

**Standardisierte Dokumentation in der Notfallsonographie
und deren Effekt auf die Anzahl und die
Dokumentationsqualität der Untersuchungen**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae (Dr. med.)

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

von Felix Lorang

geboren am 19.02.1975 in Jugenheim

Gutachter

- 1. PD Dr. med. Tudor Pörner, Jena**
- 2. PD Dr. med. Christian Hohenstein, Jena**
- 3. PD Dr. Raoul Breitzkreutz, Frankfurt am Main**

Tag der öffentlichen Verteidigung: 06.11.2018

1 Abkürzungsverzeichnis

CW	Continuous Wave
DEGUM	Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
EACVI	European Association of Cardiovascular Imaging
Echo	Echokardiographie
(E) FAST	(Extended) Focused Assessment with Sonography in Trauma
FATE	Focus Assessed Transthoracic Echocardiography
FEEL	Focused echocardiographic evaluation in life support
FOCUS	Focused Cardiac Ultrasound
LV	Linker Ventrikel
VTI	Velocity time integral
LVOT	Linksventrikulärer Ausflusstrakt
PDMS	Patientendatenmanagementsystem
PW	Pulsed Wave
RUSH	Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension
RV	Rechter Ventrikel

2 Inhaltverzeichnis

1	Abkürzungsverzeichnis	3
2	Inhaltverzeichnis	4
3	Zusammenfassung	6
4	Einleitung	7
5	Ziele der Arbeit	10
6	Methodik	11
6.1	<i>Patientenkollektiv</i>	11
6.2	<i>Grundlagen:</i>	12
6.2.1	COPRA-System	12
6.2.2	Geräte	15
6.3	<i>Voraussetzungen</i>	17
6.4	<i>Datenerhebung – Baseline</i>	19
6.4.1	Auswertung Baseline	19
6.5	<i>Ultraschalluntersuchungen</i>	24
6.5.1	Notfallechokardiographie – Definitionen	26
6.5.2	Fokussierte Sonographie – Herz	27
6.5.3	Fokussierte Sonographie – Herz/Schockdifferenzierung	31
6.5.4	Zweipunktkompressionssonographie der Beinvenen	33
6.5.5	Kompressionssonographie der Beinvenen – vollständig	34
6.5.6	Lungen- und Pleurasonographie	37
6.5.7	(E) FAST	40
6.5.8	Abdomenultraschall	43
6.5.9	Evaluierung und Anpassung	47
7	Ergebnisse	49
7.1	<i>Patientenkollektiv</i>	49
7.2	<i>Entwicklung der Gesamtanzahl der Untersuchungen und Charakterisierung der Untersucher</i>	55
7.3	<i>Abdomensonographie</i>	60
7.4	<i>Beinvenensonographie</i>	62

7.5	<i>Lungen- und Pleurasonographie</i>	63
7.6	<i>Fokussierte Untersuchung Herz</i>	64
8	Diskussion	65
9	Schlussfolgerungen	68
10	Literaturverzeichnis	69
11	Abbildungsverzeichnis	71
12	Tabellenverzeichnis	72
13	Anhang	73

3 Zusammenfassung

In der Notfallmedizin und insbesondere in einer interdisziplinären Notaufnahme hat sich die Ultraschalldiagnostik als kaum zu ersetzender Bestandteil der täglichen diagnostischen Routine entwickelt. Bereits mit Aufkommen dieses neuen Verfahrens in der zweiten Hälfte der 70er Jahre wurde es in der Notfalldiagnostik eingesetzt. Mittlerweile ist sie zur Routine geworden und deckt insbesondere internistische und traumatologische Fragestellungen ab.

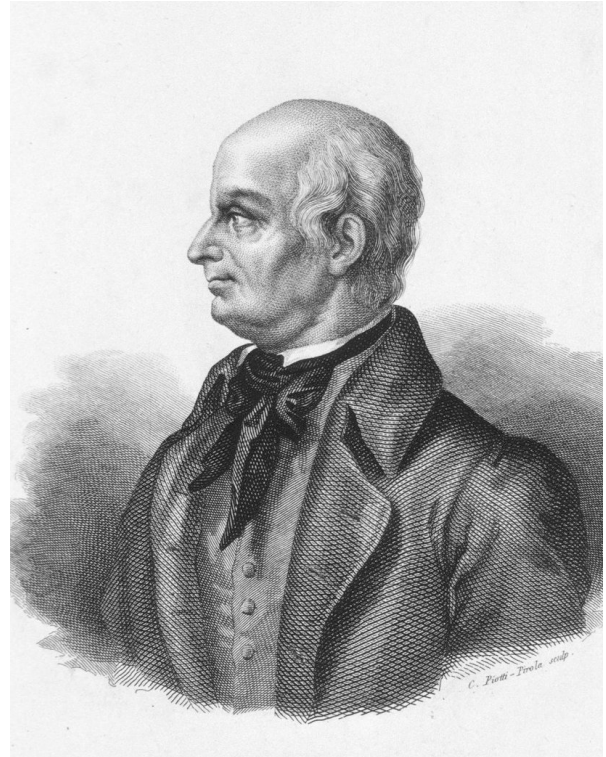
Bisher wurden die Befunde der Ultraschalluntersuchung in unserer Notaufnahme aufgrund des dringlichen Charakters und der zeitkritischen Situation häufig nur rudimentär oder gar nicht dokumentiert. Über den gesamten Zeitraum des 1. Halbjahres 2015 ließen sich insgesamt nur 56 korrekt dokumentierte bzw. nachvollziehbare Untersuchungen identifizieren.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Literatur sowie der Leitlinien und Empfehlungen der Fachgesellschaften wurde daher für die einzelnen Untersuchungen ein strukturiertes, standardisiertes, schnell einzugebendes und den speziellen Anforderungen in einer zentralen Notaufnahme gerecht werdendes Dokumentationsmodell geschaffen. Die fokussierte Untersuchung Herz mit oder ohne Schockdifferenzierung, die Abdomensonographie, die Beinvenenkompressionsonographie, die (E)FAST-Diagnostik und der Lungenultraschall wurden soweit möglich evidenzbasiert erarbeitet und in unser in der ZNA genutztes Dokumentations- und Patientendatenmanagementsystem auf einer eigenen Seite integriert.

Als letzter Schritt wurden die Anzahl sowie die Qualität der Ultraschalluntersuchungen ausgewertet. Hier zeigte sich ein überzeugender und hoch signifikanter Anstieg der Untersuchungen nach Intervention sowohl in Qualität wie auch Quantität. Auch wenn die Auswertungszeit nach Intervention nur die halbe Dauer der ursprünglichen Auswertungszeit der Baseline umfasste, konnte eine Vervielfachung verzeichnet werden. Begleitend zeigte sich innerhalb der verschiedenen Untersuchung eine hohe Konsistenz bezüglich der Qualität der Befunde sowie Vollständigkeit des Untersuchungsgangs.

4 Einleitung

Ausschlaggebend für die Entwicklung des Ultraschalls war der Wunsch der Ärzte etwas genauer in Augenschein nehmen zu können ohne es direkt aufschneiden zu müssen. Möglich wurde dies erstmals nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895. Parallel zur Röntgendiagnostik wurde die Ultraschalldiagnostik entwickelt. Die Entwicklung des Ultraschalls begann mit den Erkenntnissen zur Orientierung der Fledermaus. Schon früh haben findige Forscher in teils recht grausamen Experimenten entdeckt, dass die Fledermäuse sich anders orientieren als wir



Menschen. Lazzaro Spallanzani, Priester und Professor an der Universität von Pavia im 18. Jahrhundert, war vermutlich der erste, der sich erfolgreich Gedanken über die Orientierung

Abbildung 4-1: Lazzaro Spallanzani (* 12. Januar 1729 - † 12. Februar 1799): italienischer Priester, Philosoph und Universalwissenschaftler

gemacht hat (Abbildung 4-1). Das Verkleben oder Entfernen der Augen der Tiere mag uns zwar grausam erscheinen, hat aber diese nicht in ihren Flugkünsten beeinträchtigt. Der Nachweis und die Erklärung, wie alles zusammenhing, war ihm naturgemäß mangels zeitgenössischer, technischer Messmöglichkeiten nicht vergönnt (Nach: Dijkgraaf 1949, Kane, Grassi et al. 2004).

Charles Jurin aus Genf kam der Lösung im folgenden Jahr näher. Er verstopfte den armen Tieren die Ohren mit dem Ergebnis, dass sie orientierungslos waren, folgerte daraus aber, dass es allein der Hör-Sinn sei, der für die Flugkünste der Fledermäuse verantwortlich war. (Dijkgraaf 1949)

Erst 1938 gelang es nach einer Wiederentdeckung der Versuche von Spallanzani nachzuweisen, dass Fledermäuse hochfrequenten Schall sehr gut wahrnehmen können und diesen selbst erzeugen können. (Griffin and Galambos 1941)

Nachdem wir heute relativ einfach Bilder aus dem Inneren unseres Körpers bekommen, haben innovative Geister bereits mit Beginn des letzten Jahrhunderts den technischen Transfer eingeleitet. Einer der Pioniere war der Physiker Fessenden 1914 in Boston, der mit seiner Erfindung, dem Echolot, eigentlich nur Unglücke wie das der Titanic verhindern wollte (analog und zeitgleich zu seinem Kollegen Behm in Deutschland). (Frost 2001)

Im Prinzip ist auch diese Erfindung, die vom französischen Physiker und Pazifisten Langevin erfolgreich verbessert werden und damit auf Seiten der Alliierten bereits im ersten Weltkrieg angewendet werden konnte, die erste Anwendung der Notfallsonographie, denn damit konnten angreifende U-Boote rechtzeitig entdeckt werden. (Manbachi and Cobbold 2011) Zugegebenermaßen ist dies nur im weitesten Sinne und mit viel gutem Willen als medizinische Anwendung zu beschreiben, allerdings darf der präventive Charakter im Sinne der Traumareduktion bei möglicherweise verhindertem U-Boot-Treffer nicht vernachlässigt werden.

Über den Umweg der Materialprüfung (Sokolov 1929) sowie der Ortung von Fischschwärmen durch die technik-affinen Japaner (Frentzel-Beyme 2005) kam der Ultraschall auch in der Medizin an. Über ein modifiziertes, eigentlich zur Materialprüfung bestimmtes Gerät beschrieb erstmalig Dussik (Abbildung 4-2) die Nutzung des Ultraschalls in der Medizin zur Darstellung der Gehirnventrikel. (Dussik 1942)

Ursprünglich waren die diagnostischen Möglichkeiten mangels kompakter und einfacher Geräte sehr beschränkt, ein Echtzeit-Gerät kam erstmals 1965 mit dem „schnellen B-Scan“ zum Einsatz. Erst mit den halbwegs kompakten Geräten mit Beginn der 80er Jahre war eine erhebliche Dynamik in der Ultraschalldiagnostik sowohl was Qualität als auch Quantität angeht zu verzeichnen. (Frentzel-Beyme 2005)

Erste Publikationen zur Verwendung von Ultraschall in der Notfallmedizin lassen sich für die Echokardiographie bis 1983 (Schweizer, Lambert et al. 1983) zurück verfolgen. Im speziellen Fall der vermutlich am häufigsten benutzten Untersuchungsmethode, dem Abdomen-Ultraschall, ist dies bis 1984 möglich. (Sternbach 1984)

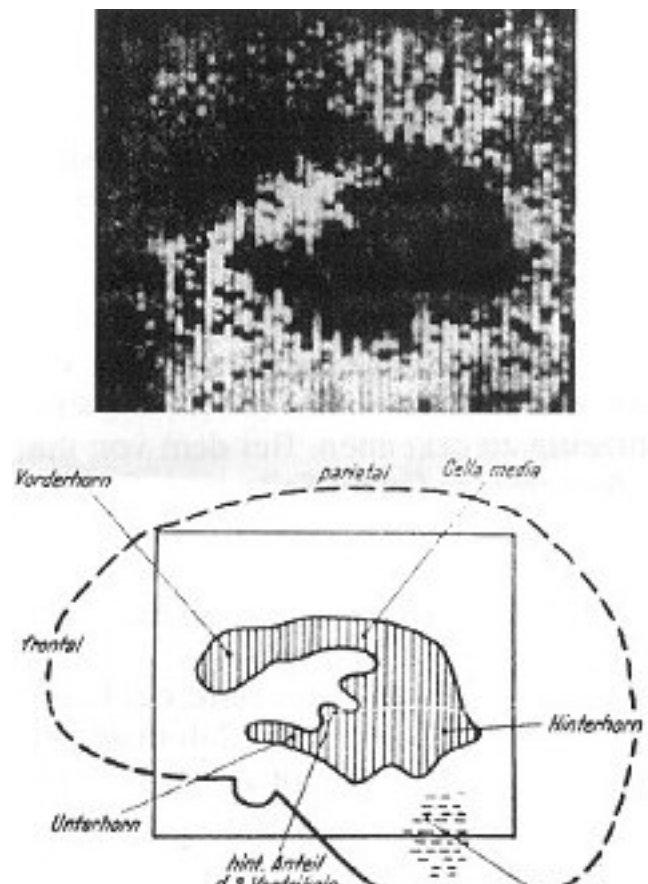


Abbildung 4-2 Karl Dussiks Hyperphonogram mit Darstellung der Hirnventrikel

In unserer wie in vielen anderen Notaufnahmen wird diese Untersuchungsmethode heutzutage klinisch tagtäglich angewendet. Sie ist mittlerweile soweit integriert, dass manche sie im Rahmen der point-of-care-Diagnostik als Teil der ärztlichen Basisuntersuchung ansehen. Analog zur körperlichen Untersuchung mit dem Stethoskop und der Anamnese wird vom Sonoskopieren gesprochen. (Roelandt 2014)

In der täglichen Hektik einer universitären Notaufnahme mit komplexen Fällen und zahlreichen Patienten erfolgen viele sonographische Untersuchungen, allerdings wird aus vielen unterschiedlichen Gründen die elektronische Dokumentation vernachlässigt. (Batley, Osman et al. 2011)

5 Ziele der Arbeit

Ziel dieser Arbeit soll der Nachweis von qualitativer wie quantitativer Steigerung der Ultraschalluntersuchungen an unserem Zentrum für Notfallmedizin sein. Dazu werden die dokumentierten Untersuchungen und der Einfluss auf die Aufenthalte und Therapieentscheidungen des Zeitraumes September bis November 2015 ausgewertet. Da es nach unseren Informationen bisher auch keine Übersichtsarbeit zu Anzahl und Qualität der Ultraschalldiagnostik in einer großen Notaufnahme gibt, soll hier ein erster Überblick geschaffen werden, der Basis für weitere Untersuchungen sein könnte.

Vergleichsgrundlage wird eine Baseline aus einer Bestandsaufnahme der dokumentierten und nachvollziehbaren Untersuchungen an unserem Zentrum sein. Hierzu werden alle dokumentierten Ultraschalluntersuchungen des 1. Halbjahres 2015 gesammelt, katalogisiert und ausgewertet.

Die Ergebnisse dieser Voruntersuchung sollen in ein vereinfachtes, strukturiertes und schnell zu nutzendes Dokumentationssystem umgesetzt werden. Es sollte nahtlos in unser bestehendes Patientendatenmanagementsystem eingebunden werden können und sich auf die reine Textbefundung beschränken. Getrennt nach den einzelnen Subuntersuchungen – Kompressionssonographie der Beinvenen (2-Punkt und komplett), fokussierter Ultraschall Herz und fokussierter Ultraschall Herz/Schockdifferenzierung, (E)FAST, Lungen-/Pleurasonographie – werden aktuelle Literatur und Leitlinien bzw. Empfehlungen der Fachgesellschaften ausgewertet und zusammengefasst. Das Dokumentationssystem soll letztendlich auch dem standardisierten Untersuchungsablauf entsprechen und dementsprechend einfach zu nutzen und zu erlernen sein.

Im Anschluss wird die quantitative wie qualitative Entwicklung der Untersuchungen anhand vordefinierter Endpunkte und Kennzahlen überprüft. Darauf basierend soll eine kritische Bewertung der allgemeinen Endpunkte ebenso wie eine einzelne Diskussion der Subuntersuchungen erfolgen.

6 Methodik

6.1 Patientenkollektiv

Über den Zeitraum 01.01.2015 bis 30.06.2015 wurden alle dokumentierten sonographischen Untersuchungen in der Zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Jena retrospektiv erfasst und ausgewertet. In diesem Zeitrahmen konnten insgesamt 56 Untersuchungen über das Krankenhausinformationssystem (ISH-med, Firma Cerner, und SAP for Healthcare, Firma SAP) mittels einer standardisierten Abfrage identifiziert und ausgewertet werden.

Nach Auswertung der identifizierten Untersuchungen und Anpassung des Dokumentationssystems (Patientendatenmanagementsystem, COPRA 6, Firma COPRA-System GmbH) sowie Einführung der Standardisierung im Untersuchungsablauf wurden prospektiv alle sonographischen Untersuchungen ausgewertet. Im Intervall konnten 471 Patienten mit insgesamt 522 Untersuchungen identifiziert und ausgewertet werden.

Die Auswertung erfolgte komplett anonymisiert, einzig Geschlecht und Alter fanden Eingang in unsere Untersuchung, Ausschlusskriterien von Patientenseite wurden daher nicht definiert.

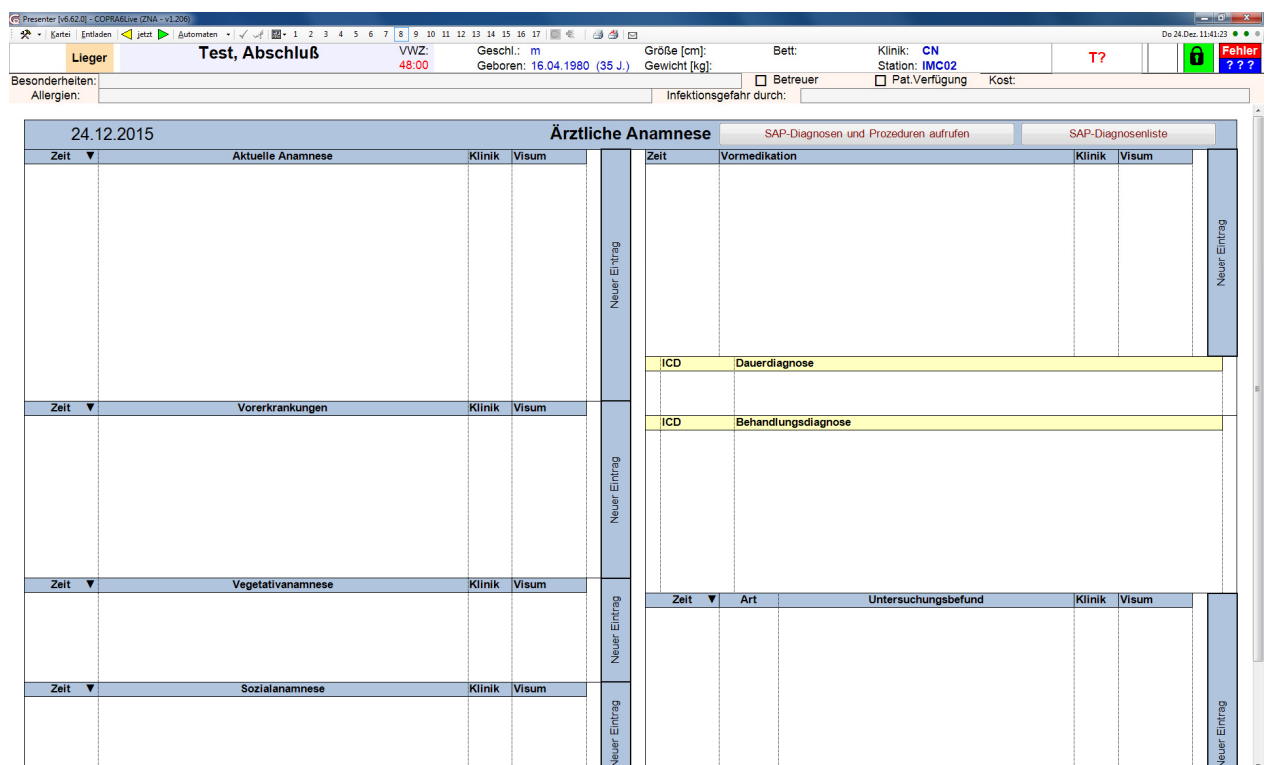
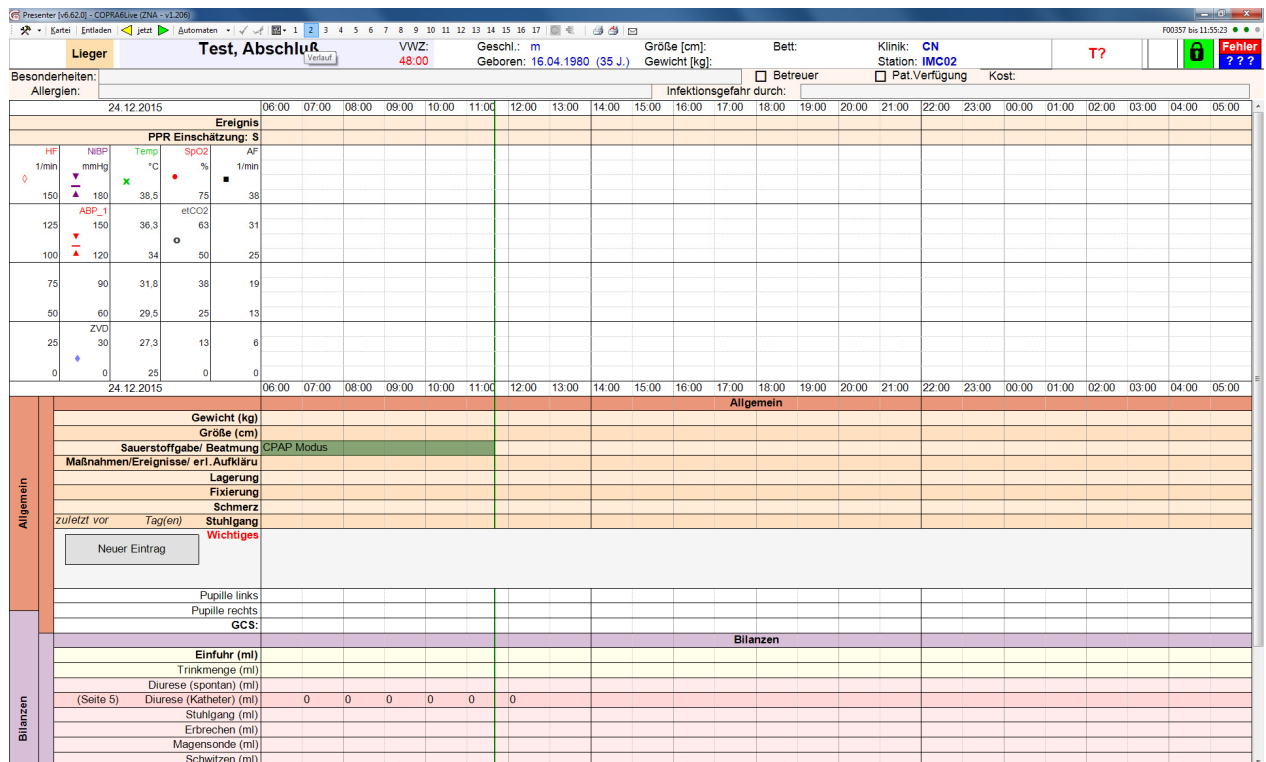
6.2 Grundlagen:

Zur Dokumentationserstellung und Auswertung wurde im Rahmen des bei uns üblichen Patientendatenmanagementsystem (PDMS) ein Dokumentationsbogen erstellt.

6.2.1 COPRA-System

COPRA in der Version 6 stellt ein mächtiges und flexibles Patientendatenmanagementsystem dar, was in zahlreichen Unikliniken im deutschsprachigen Raum meist auf Intensivstationen oder im OP eingesetzt wird. In unserer Notaufnahme wird das System erstmalig für eine Zentrale Notaufnahme verwendet (mündliche Auskunft, COPRA). Das System basiert auf einer SQL-Datenbank unter Nutzung eines .NET Framework 3.5, beides Firma Microsoft.

Inhaltlich werden neben den üblichen Vitalwerten (siehe Abbildung 6-1) und Medikamenten sowie der kompletten Pflegedokumentation auf verschiedenen Seiten auch Labor, EKG-Befunde, Mikrobiologiebefunde, Beatmungsparameter und Eingriffe angezeigt. Eigene Abschnitte gibt es außerdem für die ärztliche Anamnese und Untersuchung (siehe Abbildung 6-2).



In Zusammenhang mit unserer Untersuchung waren insbesondere die Einweisungsdiagnose, die Anamnese, Vorerkrankungen sowie die körperliche Untersuchung relevant. Diese waren im Rahmen der Behandlung erhoben worden und konnten so in Zusammenhang mit den Untersuchungen gestellt werden.

Für die Dokumentation der Notfallsonographie wurde eine eigene Seite eingefügt und nach unseren Vorgaben und Ideen angepasst. Dies erfolgte durch unsere klinikeigene Support-Gruppe (T. Rummel, Abbildung 6-3).

Test, Abschluß

VWZ: 196.3 | Geschl.: m | Größe [cm]: | Bett: | Klinik: | Station: | T? | Fehler

Geboren: 16.04.1980 (35 J.) | Gewicht [kg]: | Pat. Verfüglich: | Kost: |

Infektionsgefahr durch: |

Fokussierte Sonographie

Gerät: GE Logiq P6 pro | Zonare 2.one ultra

Untersuchungsdatum 17.12.2015 10:52:58 | **Visum** F. Lorang | **OE**

Befund:
Gerät: Zonare 2.one ultra
Untersuchung am: 17.12.2015 10:53 Uhr
Untersucher: Lorang, Felix (F00357)
keine Bilddokumentation

2-Punkt-Kompressionssonographie	Notfallsonographie Abdomen	(E)FAST	Fokussierte Sonographie Lunge
V. femoralis frei Thrombose	Aorta / Aneurysma > 3cm < 3cm V. cava inferior normal gestaut	E-FAST Li unauffällig Pneumothorax freie Flüssigkeit (V.a. Hämothorax)	Pleuragleiten ja nein
V. poplitea frei Thrombose	Gallenblase normal Wanddicke: Wandschichtung/umgebende Flüssigkeit Steine DHC: nicht erweitert DHC: erweitert Murphyzeichen	E-FAST Re unauffällig Pneumothorax freie Flüssigkeit (V.a. Hämatothorax)	Pneumothorax ja nein
Duplexsonographie Beinvenen	Niere beidseits kein Harnstau Harnstau rechts Harnstau links	FAST 6 unauffällig freie Flüssigkeit	Erguß ja nein
V. saphena magna Thrombose OS frei Thrombose US	Freie Flüssigkeit nein ja: Aszites Douglas Unterbauch perihepatisch persplenisch	FAST 1/2 unauffällig freie Flüssigkeit	punktionwürdig ja nein
V. saphena parva Thrombose OS frei Thrombose US	Blase gefüllt leer Katheter/PuFi	FAST 5 unauffällig freie Flüssigkeit	B-Linien ja nein
V. tibialis anteri frei Thrombose	Uterus Uterus: unauffällig Uterus Prostata Prostata: unauffällig Prostata	FAST 3/4 unauffällig freie Flüssigkeit	Infiltrate ja nein
V. tibialis poste frei Thrombose		FAST unauffällig (für Hausarzt)	Kompressions-Atelektasen ja nein
V. fibularis frei Thrombose			>=2 Embolie-verdächtige Knoten subpleural ja nein

Abbildung 6-3 Komplettdarstellung der Befundungsseite

6.2.2 Geräte

6.2.2.1 Zonare Z.one Ultra

Für einen Großteil unserer Untersuchungen werden die Zonare Ultraschallgeräte verwendet. Sie stellen ein flexibles und dank leistungsfähigem Akku mobiles Ultraschallsystem dar. Angeschlossen sind standardmäßig 3 Schallköpfe:

- Konvex-Schallkopf C4-1:
Bandbreite 4-1MHz, 2D/M-Mode, Farb/Power/PW-Doppler, Tissue Harmonic, Compound Imaging, Compound Harmonic, Tiefe 24cm, Blickfeld 65°
- Linearschallkopf L8-3:
Bandbreite 8-3MHz, Blickfeld 38mm, Tiefe 10cm, 2D/M-Mode, Farb/Power/PW-Doppler, Tissue Harmonic, Tissue Harmonic, Compound Harmonic
- Sektorschallkopf P4-1c:
Bandbreite 4-1MHz, 2D/M-Mode, Farb/Power/PW-Doppler, Tissue Harmonic, Compound Imaging, Compound Harmonic, Tiefe 30cm

6.2.2.2 GE Logiq P6 pro

Im Rahmen der Untersuchungen ausschließlich bei ambulanten Patienten kam das mangels Akku und WLAN-Anbindung bei uns fest installierte Gerät zum Einsatz. Auch hier sind 3 Schallköpfe standardmäßig konnektiert.

- Sektorschallkopf C4: Bandbreite 1.6-4.6 MHz, 2D/M-Mode, Farb/Power/PW-Doppler
- Linearschallkopf L9:
Bandbreite 2.7-7.8 MHz, 2D/M-Mode, Farb/Power/PW-Doppler
- Sektorschallkopf S3: Bandbreite 1.3-3.2 MHz, 2D/M-Mode, Farb/CW-/PW-Doppler,

6.3 Voraussetzungen

Ein standardisierter Untersuchungsablauf hilft die Qualität einer Untersuchung zu steigern und sicher zu stellen, dass auch alle relevanten Aspekte dargestellt werden. Dies ist bei der hohen Fluktuation des ärztlichen Personals in einer Notaufnahme, zusammengesetzt aus unterschiedlichen Fachbereichen und aus verschiedenen Stadien der Weiterbildung kommend, besonders entscheidend. Der Nachweis, dass korrekt und standardisiert durchgeführte sowie dokumentierte Untersuchungen eine höhere Qualität erreichen, ist oft im Rahmen der Qualitätssicherung geführt worden und gilt auch in der Sonographie (Michels and Jaspers 2012).

Um eine vergleichbare Grundlage zu schaffen, wurde gemäß den aktuellen Empfehlungen der Fachgesellschaften sowie den entsprechenden Vorschriften der kassenärztlichen Vereinigungen (Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs. 2 SGB V zur Ultraschalldiagnostik, in der Fassung vom 18.12.2012) für alle Befunde folgende Grundvoraussetzungen definiert, um einen Befund in unsere Baseline bzw. Auswertung ein- oder auszuschließen:

1. Vollständige Untersuchung:

Die Untersuchung muss zumindest einen relevanten Teil der vordefinierten Untersuchungsziele abdecken. Andernfalls sollte klar erkennbar sein, warum Teile der Untersuchung weggelassen wurden. Da es zahlreiche Vorschläge für Untersuchungsabläufe in der Literatur gibt, haben wir anhand der aktuellen Empfehlungen eine jeweilige Mindestanforderung für unsere speziellen Bedürfnisse in der Notfallmedizin erarbeitet (siehe 6.5).

2. Vollständige Dokumentation:

Gemäß den Qualitätssicherungsvorschriften durch die KBV und die sich daran anschließenden Fachgesellschaften muss ein Befund in unserem Falle mindestens folgende Merkmale aufweisen:

- Patientenidentität: Wird im COPRA-System automatisch dargestellt und

berücksichtigt

- Untersucheridentifikation: wird durch Anklicken automatisiert eingefügt
- Untersuchungsdatum: wird durch Anklicken automatisiert eingefügt
- Fragestellung bzw. Indikation der Untersuchung: Da die Anamnese und körperliche Untersuchung Teil des Dokumentationssystems sind sowie meist eine zeitkritische Komponente besteht, wird auf eine getrennte Formulierung der Fragestellung/Indikation verzichtet.
- Organspezifische Befundbeschreibung
- (Verdachts-)Diagnose: sofern relevant, ggf. Teil des Dokumentationssystems
- Abgeleitete diagnostische und/oder therapeutische Konsequenzen und/oder abgeleitetes anderweitiges Vorgehen: sofern relevant, ggf. Teil des Dokumentationssystem

6.4 Datenerhebung – Baseline

6.4.1 Auswertung Baseline

Im Zeitraum des ersten Halbjahres 2015 konnten insgesamt 56 Untersuchungen in der zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Jena identifiziert werden. Zahlreiche Ansätze für Ultraschalluntersuchungen konnten in stichprobenartigen Suchen in Arztbriefen in unserer ZNA gefunden werden. Allerdings entsprechen diese nicht ansatzweise den Anforderungen, die man an eine korrekte, auch in der Notfallsituation qualitätsgesicherte Untersuchung stellen muss. Häufig bestand hier nur im Fließtext des Briefes unter dem Punkt „klinischer Verlauf“ der Hinweis, dass ein „orientierendes Echo unauffällig“ war oder „keine Harnstauung“ bestand. Eine Auswertung dieser Befunde ist weder sinnvoll möglich noch sind die Ergebnisse vergleichbar. Letztendlich müssten dazu ca. 15000 Arztbriefe manuell ohne automatisierte Suchmöglichkeit ausgewertet werden, ohne dass es relevante Aussicht auf Ertrag gegeben hätte.

Von den insgesamt 56 Patienten waren 30 Patienten weiblichen (53,6%) und 26 Patienten männlichen Geschlechts (46,4%). Das Durchschnittsalter lag bei 55 Jahren. Auffällig, allerdings zu erwarten war eine Häufung bei beiden Geschlechtern im Alter 60-90 Jahre, dem üblichen Alter unserer Notaufnahmepatienten. Insbesondere bei Frauen unter 30 zeigte sich eine weitere Spitze (Tabelle 6-1).

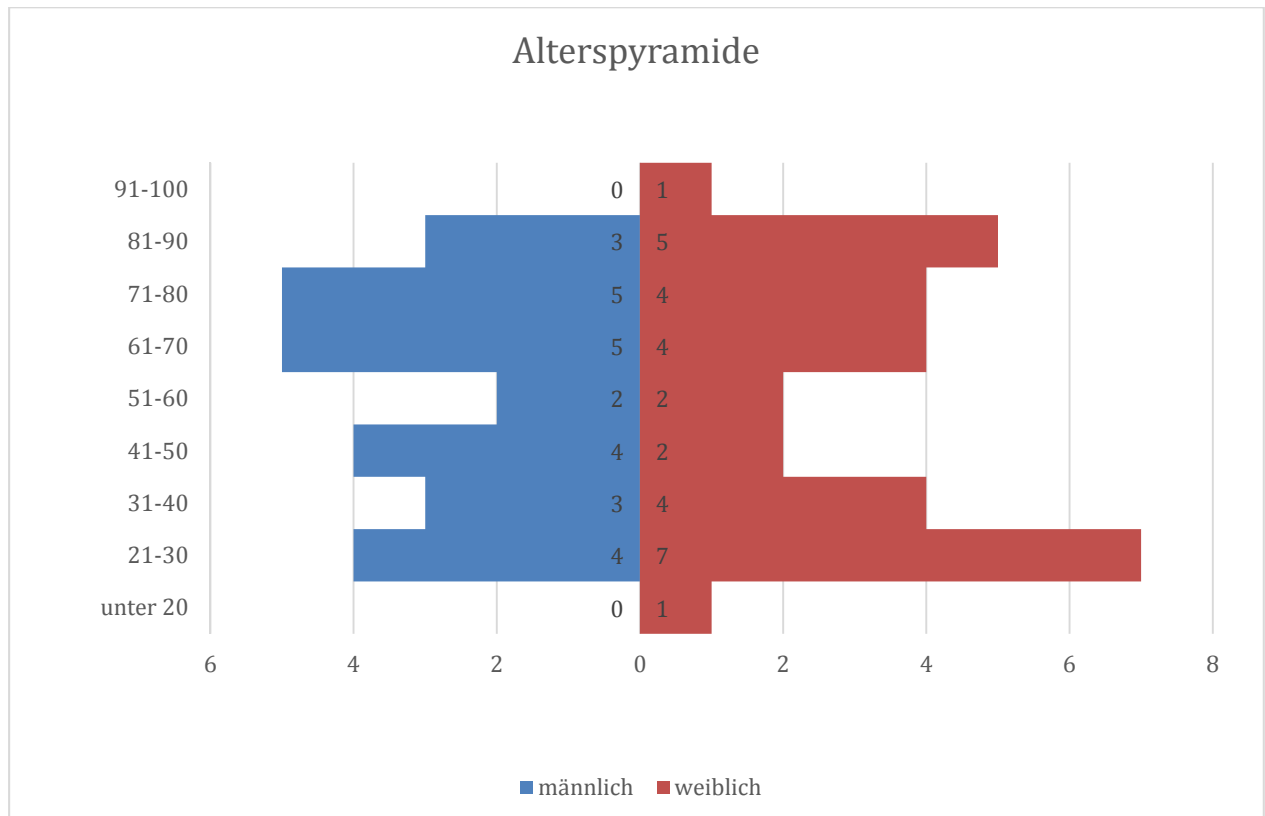


Tabelle 6-1 Altersverteilung und Geschlecht, n=56, weiblich: 30 Patientinnen, männlich: 26 Patienten

Die Qualifikation der Untersucher zeigt wenig Überraschendes. Die mit 2/3 herausragende Berufsgruppe sind die Chirurgen (66,1%), zum einen weil sie häufig Konsile in der ZNA bearbeiten und eine Zweitmeinung bei Bauchbeschwerden abgeben. Zum anderen kommt einer der Ultraschall-affinsten Mitarbeiter der ZNA aus diesem Fachgebiet. Die zweite Fachabteilung wird von der Kardiologie gestellt, ebenfalls um im Rahmen von Konsilen

erhobene Befunde zu dokumentieren. Die übrigen 9,0% verteilen sich auf Innere Medizin und Anästhesie (Tabelle 6-2).

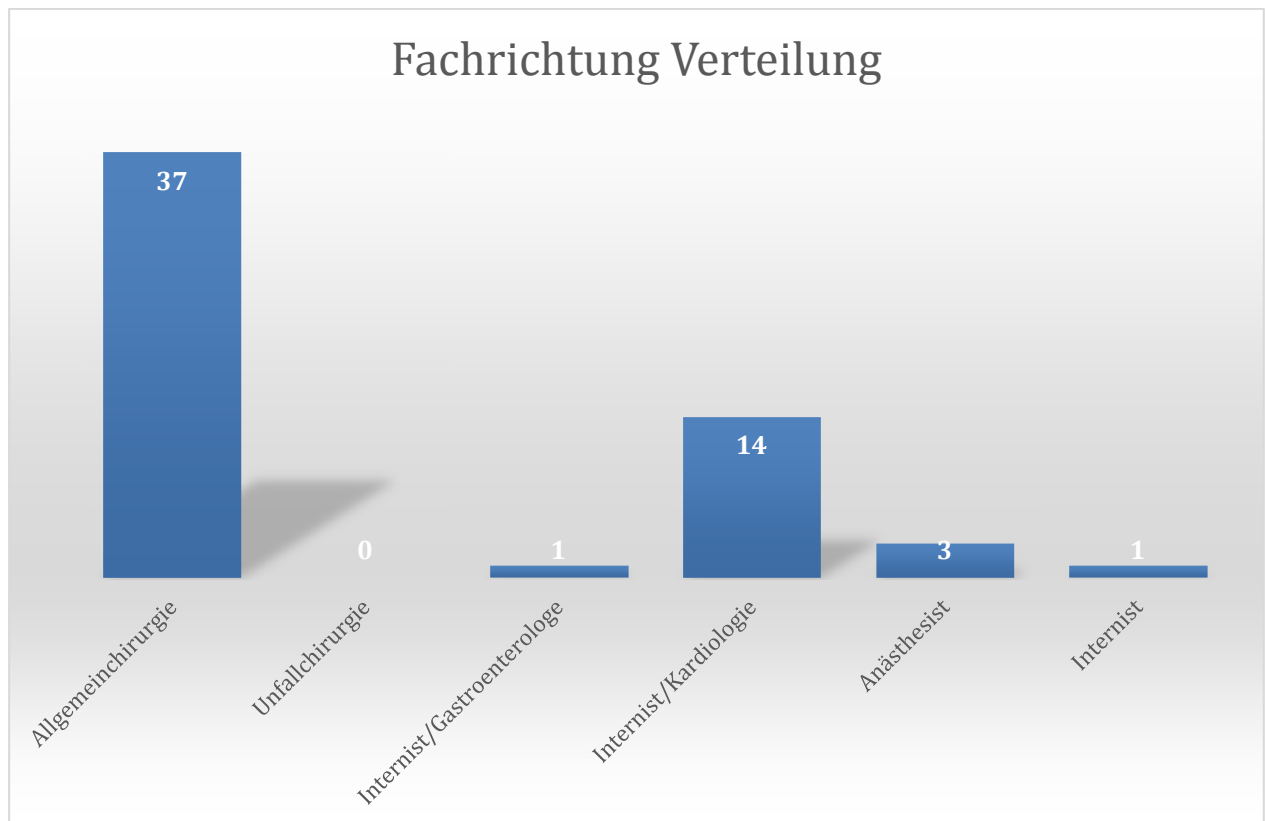


Tabelle 6-2 Verteilung der Untersuchungen auf die beteiligten Fachabteilungen

Der Großteil der dokumentierten Untersuchungen wird durch Oberärzte (55,4%) sowie Konsiliarärzte (26,8%, Weiterbildungsstatus nicht erfasst) durchgeführt. Die übrigen Untersuchungen werden von den in der ZNA tätigen Weiterbildungsassistenten oder Fachärzten durchgeführt (Tabelle 6-3).

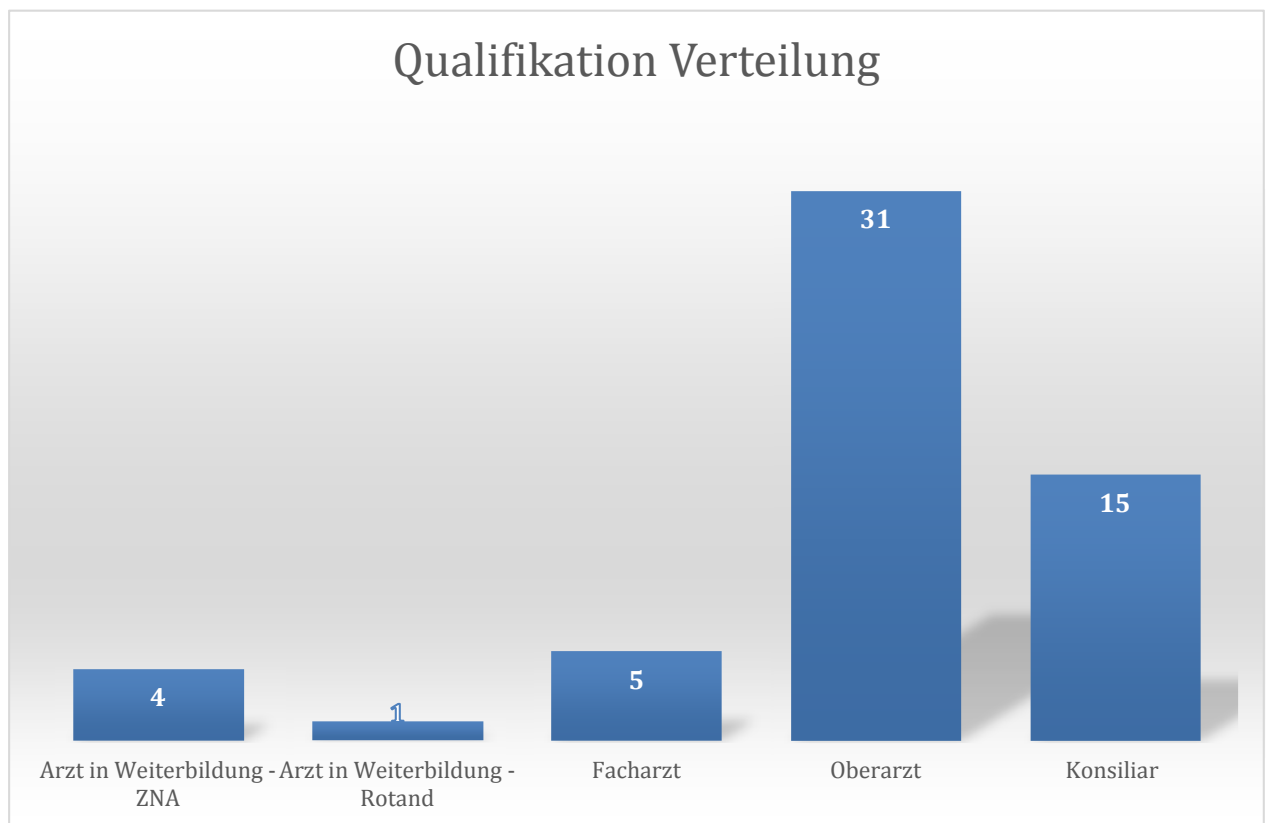


Tabelle 6-3 Verteilung des Weiterbildungsstatus

Wie zu erwarten stellt ein Großteil der Untersuchungen die (teils erweiterte) Abdomensonographie. „Erweitert“ bedeutet in diesem Fall, dass sie um angrenzende Organbereiche erweitert wurde (z.B. „kein Perikarderguß“), ohne hier eine Doppelerfassung der Untersuchungen zu rechtfertigen.

Lungenultraschall sowie Echokardiographie und FAST-Sonographie stellen die weiteren erfassten Untersuchungen dar. Interessant ist, dass trotz vorhandenem Untersuchungsbogen keine einzige Kompressionssonographie der Beinvenen auftaucht, obwohl dies eine sehr häufig durchgeführte Untersuchung ist. Fast 1/3 (28,6%) der gesamten Untersuchungen waren entscheidend für die weitere Therapie und Diagnostik. Besonders häufig war dies bei Lungenultraschall und Echokardiographie zu beobachten (Tabelle 6-4).

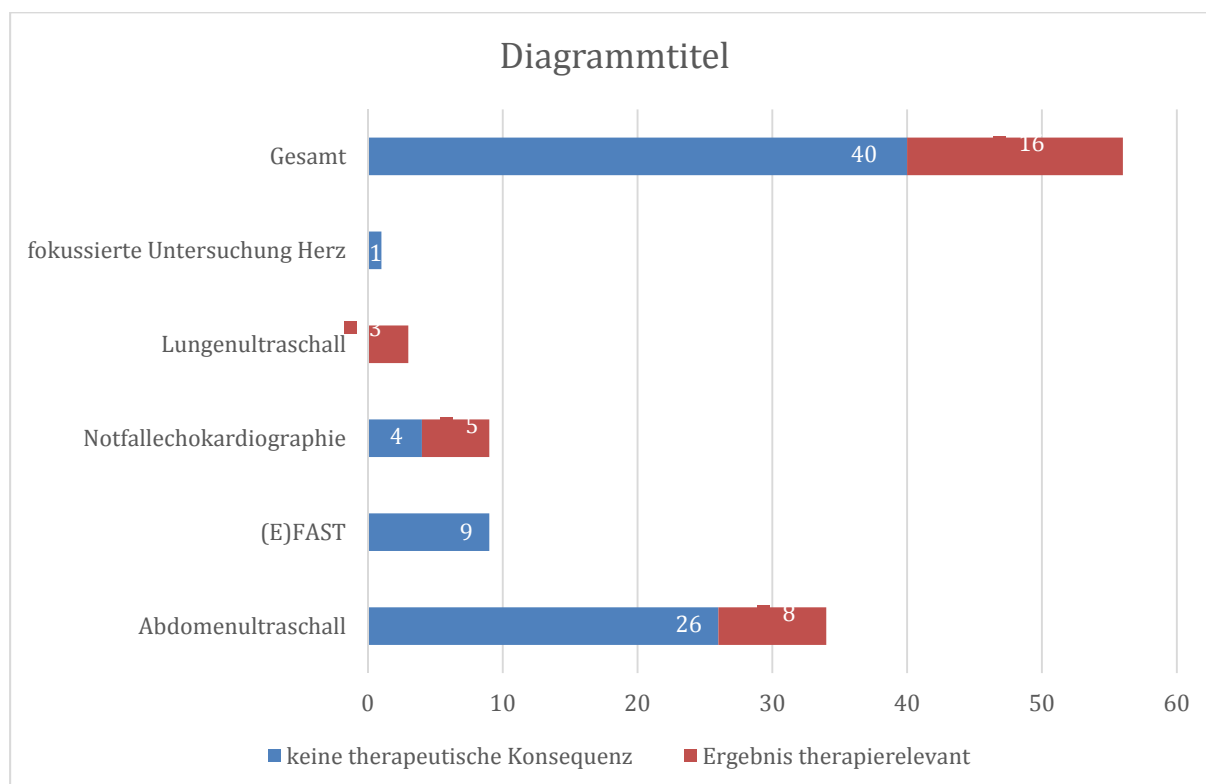


Tabelle 6-4 Verteilung der Untersuchung und therapeutische Relevanz

Zu beachten ist, dass die Möglichkeit einer Entlassung bei unauffälligem oder gleichgebliebenem Befund nicht als therapeutisch relevant gewertet worden ist.

6.5 Ultraschalluntersuchungen

Nachdem offensichtlich zwischen den ausreichend dokumentierten Untersuchungen und der tatsächlich durchgeführten Untersuchungen eine relevante Lücke klafft, sollte anhand der aktuellen Empfehlungen und Mindestanforderungen eine einfache, schnelle und optimal integrierte Lösung zur Dokumentation gefunden werden.

Optimaler Weise sollten die Aspekte der Qualitätssicherung ebenso abgedeckt werden wie die häufigsten Befunde, so dass nur noch ein Mindestmaß an Anpassungsarbeit geleistet werden muss. Insbesondere jungen Kollegen und Kolleginnen soll eine Richtlinie für Befunde an die Hand gegeben werden kann.

Zur Ausarbeitung der einzelnen relevanten Anteile wurde daher eine Sichtung der aktuellen Literatur, Fachbücher, uptodate.com und Leitlinien zu den einzelnen Punkten durchgeführt. Im Anschluss wurde anhand der Ergebnisse eine standardisierte Untersuchung entwickelt, die optimaler Weise vollständig, bei Bedarf jedoch angepasst umgesetzt werden konnte.

Die Programmierung erfolgte im COPRA-System durch einen Mitarbeiter unserer Klinik (T. Rummel). Zu Dokumentationsbeginn jeder Untersuchung erfolgt mit Anlage der Untersuchung die Erfassung des Mitarbeiters, des Zeitpunktes, des Gerätes sowie der Form der Bilddokumentation (elektronisch, Papier, keine) automatisiert über den Klick auf den Button für das verwendete Gerät. (Abbildung 6-4)

Untersuchungsdatum	Visum	OE	neue Untersuchung	Gerät:	GE Logiq P6 pro	Zonare Z.one ultra
17.12.2015 10:52:58	F. Lorang					

Befund:
Gerät: Zonare Z.one ultra
Untersuchung am: 17.12.2015 10:53 Uhr
Untersucher: Lorang, Felix (F00357)
keine Bilddokumentation

Notfallsonographie Abdomen:
Aorten nicht relevant erweitert, keine Sklerose

Fokussierte Sonographie Herz			Schockdiffe
Perikarderguß	ja	nein	hamodynam
LV - Dilatation	ja	nein	schlank / Ki
RV - Dilatation	ja	nein	
LV - Funktion	normal	reduziert	hyperdyna
RV - Funktion	normal	reduziert	
V. cava inferior	normal	gestaut	
AV - Vitium			kein relevan
LVOT			VTI
MV - Vitium			kein relavar

Abbildung 6-4 Eingabemaske Anlage Untersuchung und Kopfzeilen

Im Anschluss wird vor jeder getrennten Untersuchungsform durch Klicken auf die Überschrift eine entsprechende Überschrift und Abtrennung eingefügt. Im Anschluss kann mit der Befundung der einzelnen Befunde begonnen werden (Abbildung 6-5).

Befund:
Gerät: Zonare Z.one ultra
Untersuchung am: 17.12.2015 10:53 Uhr
Untersucher: Lorang, Felix (F00357)
keine Bilddokumentation

Notfallsonographie Abdomen:
Aorten nicht relevant erweitert, keine Sklerose

LV - Dilatation	ja	
RV - Dilatation	ja	
LV - Funktion	normal	re
RV - Funktion	normal	re
V. cava inferior	normal	g
AV - Vitium		
LVOT		
MV - Vitium		

2-Punkt-Kompressionssonographie			Notfallsonographie Abdomen		
V. femoralis	frei	Thrombose	Aorta / Aneurysma	> 3cm	< 3cm
					V. cava inferior
					normal
					gestaut

Abbildung 6-5 Eingabemaske Befunde am Beispiel Abdomensonographie und Funktion Textbausteine

6.5.1 Notfallechokardiographie – Definitionen

Maßgeblich für den deutschsprachigen Raum in der Notfallechokardiographie ist naturgemäß die 2014 erschienene Empfehlung zur Notfallechokardiographie (Hagendorff, Tiemann et al. 2014). Begleitend gibt es verschiedene echokardiographische Konzepte (Schmidt 2015) wie FEEL (fokussierte Echokardiographische Evaluation bei Life Support, (Breitkreutz, Price et al. 2010)), FATE (Focus Assessed Transthoracic Echocardiography, (Jensen, Sloth et al. 2004)), RUSH (Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension, (Perera, Mailhot et al. 2010)) oder FOCUS (Focused Cardiac Ultrasound, (Cowie 2009)). Die deutschen Empfehlungen basieren auf den 2013 publizierten Empfehlungen der EACVI (European Association of Cardiovascular Imaging). (Neskovic, Hagendorff et al. 2013).

Ziel der Empfehlung ist eine sichere und effiziente Anwendung speziell in Notfalleinheiten wie einer Notaufnahme sowie die Darlegung der notwendigen gerätetechnischen Voraussetzung. Ein weiterer Fokus ist die korrekte Ausbildung sowie das Training der gerade in solchen Einheiten – wie in unserer Notaufnahme auch – fast ausschließlich nicht kardiologischen Mitarbeiter.

In der Empfehlung wird eine Notfallechokardiographie definiert als „eine qualifizierte Diagnostik durch einen Kardiologen oder einen Arzt, der eigenständig und eigenverantwortlich die Untersuchung durchführen, dokumentieren, interpretieren und befunden kann.“ Dies setzt in der Person des Untersuchers gleichzeitig eine hohe Kompetenz in der praktischen Echokardiographie ebenso wie klinische Erfahrung in der Diagnostik und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. Die Empfehlungen gehen damit zumindest für die Notfallechokardiographie deutlich über die üblicherweise in einer Notaufnahme vorhandenen Möglichkeiten hinaus.

Ein standardisierter Befund ist hier bereits im SAP-System in unserer Klinik angelegt, wird aber praktisch nur von kardiologischen Konsiliaren oder Fachärzten genutzt.

6.5.2 Fokussierte Sonographie – Herz

Die fokussierte Sonographie des Herzens stellt im Unterschied zur Notfallechokardiographie keine vollständige kardiologische Diagnostik dar, sondern soll primär eine Ausschlussdiagnostik der wichtigsten notfallmedizinischen „Red Flags“ ermöglichen, und das sehr zeitnah. Im Gegensatz zur Notfallechokardiographie kann hier nach entsprechender Einweisung auch durch Nicht-Kardiologen eine vorläufige Ausschlussdiagnostik erfolgen. Voraussetzung ist, dass eine qualifizierte Notfallechokardiographie nicht zeitnah verfügbar ist, oder auch als Untersuchung schlicht nicht sinnvoll durchzuführen ist.

In der fokussierten Sonographie – Herz werden in der Empfehlung zur Notfallechokardiographie folgende Zielstrukturen bzw. Beurteilungen gefordert (siehe auch Abbildung 6-6):

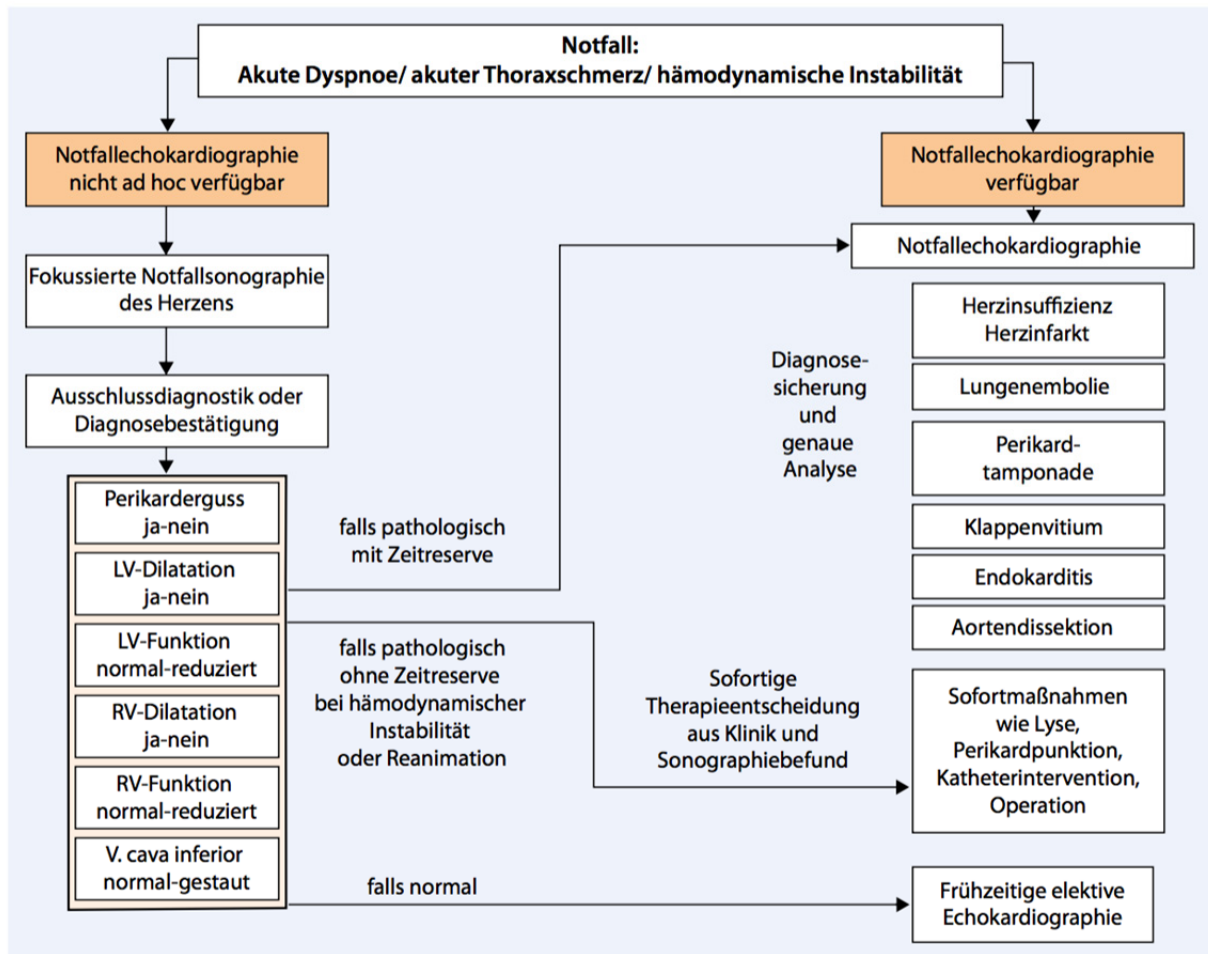


Abbildung 6-6 - Entscheidungswege zur fokussierten Sonographie des Herzens bzw. zur Notfallechokardiographie in Abhängigkeit von Symptomen des Patienten im Notfall.

- Darstellung der Ventrikel-Kontraktionen zur Detektion einer elektromechanischen Entkopplung
- Größe und die Funktion des linken und Größe des rechten Ventrikels
- Perikarderguss
- Weite der Vena cava inferior

Entsprechend diesen Forderungen wurde eine Diagnose-Maske für unser System entwickelt, das genau diese Punkte abhandelt bzw. Pathologien darstellen kann. Die entsprechenden

Buttons wurden mit Textbausteinen hinterlegt, so dass bei unauffälligem Befund – und oft auch bei auffälligem Befund - keine großartigen manuellen Anpassungen mehr erfolgen müssen. (Abbildung 6-7)

Fokussierte Sonographie Herz

Perikarderguß	ja	nein
LV - Dilatation	ja	nein
RV - Dilatation	ja	nein
LV - Funktion	normal	reduziert
RV - Funktion	normal	reduziert
V. cava inferior	normal	gestaut

Abbildung 6-7 Eingabemaske Befund "Fokussierte Sonographie Herz"

Eine klare und unzweideutige Formulierung ist dem Paragraphen hintangestellt: Bei Feststellung einer Pathologie im Rahmen der fokussiert-kardialen Diagnostik muss anschließend eine weitergehende, nach Bedarf akute oder elektive, fachärztlich kardiologische Weiterbeurteilung und Diagnostik erfolgen. (Hagendorff, Tiemann et al. 2014)

Letztendlich darf aber gerade bei diesen vereinfachten Untersuchungen nicht vergessen werden, dass es sich eben nur um eine Miniaturform eines diagnostischen Mittels handelt, das selbst Kardiologen mit jahrzehntelanger Expertise auf diesem Gebiet immer wieder vor

Herausforderungen stellt. Auch wenn im Rahmen dieser Untersuchung Informationen gewonnen werden können, darf nicht vergessen werden, dass hier auch ein hohes Risiko dafür besteht wichtige Befunde zu übersehen oder fehl zu interpretieren. (Neskovic, Hagendorff et al. 2013)

6.5.3 Fokussierte Sonographie – Herz/Schockdifferenzierung

Im Rahmen der Empfehlung werden die einzelnen relevanten Symptomkomplexe und Diagnosen für die Notfallechokardiographie einzeln behandelt und jeweils ein Flowchart zur Diagnosestellung und zum Untersuchungsablauf vorgeschlagen.

Von besonderer Relevanz für die Notfallmedizin, weil ein häufiges Problem in der Notaufnahme und mit relativ einfachen Schritten zu bearbeiten, ist die Schockdifferenzierung. Häufig kommen Patienten kardiopulmonal schwer eingeschränkt im Schockraum an oder verschlechtern sich im Verlauf des Aufenthaltes. Zu diesem Zeitpunkt ist in einigen Fällen unklar, was die Genese des Schockzustandes ist. Auch wenn der Ablauf formal für die Notfallechokardiographie und damit das Herz entwickelt worden ist, kann damit differentialdiagnostisch auch viele andere Schockformen differenziert werden. Sehr kurze Konzepte (FEEL, RUSH), die zum Teil auch nur für spezifische Settings (Reanimation) entwickelt wurden, gehen ähnlich vor, sind aber nicht so ausführlich. (Breitkreutz, Walcher et al. 2007, Breitkreutz, Price et al. 2010, Perera, Mailhot et al. 2010) Naturgemäß setzt die Implementation der Untersuchung zur Schockdifferenzierung eine Vertrautheit mit dem Untersuchungsablauf sowie ein zügiges und dennoch sicheres Arbeiten voraus.

In unserem Untersuchungsablauf wird die komplette Diagnostik der fokussierten Sonographie Herz naturgemäß vorausgesetzt. In Ergänzung dazu werden noch folgende Fragen bzw. Strukturen berücksichtigt (Abbildung 6-8):

- Messung des VTI (Velocity time integral – Geschwindigkeits-Zeit Integral) im LVOT (Linksventrikulären Ausflusstrakt)
- Beurteilung Aorten- und Mitralklappe

Fokussierte Sonographie Herz			Schockdifferenzierung		
Perikarderguß	ja	nein	hämodynamisch relevant		
LV - Dilatation	ja	nein	schlank / Kissing papillaries		
RV - Dilatation	ja	nein			
LV - Funktion	normal	reduziert	hyperdynam	Wandbewegungsstörungen:	
RV - Funktion	normal	reduziert			
V. cava inferior	normal	gestaut			
AV - Vitium			kein relevantes Vitium	relevante Insuffizienz	relevante Stenose
LVOT			VTI:	erhöht	erniedrigt
MV - Vitium			kein relevantes Vitium	relevante Insuffizienz	relevante Stenose

Abbildung 6-8 Eingabemaske Befund "Fokussierte Sonographie Herz - Schockdifferenzierung"

Im Unterschied zur weit verbreiteten (E)FATE-Untersuchung wird die diastolische Funktion sowie eine quantitative Messung von Klappenparametern nicht gefordert. (Jensen, Sloth et al. 2004) Eine erkennbare Pathologie erfordert aber naturgemäß eine quantitative, zumindest orientierende Bestimmung, z.B. VTI im LVOT sowie die Vmax (maximale Geschwindigkeit) über der Aortenklappe.

6.5.4 Zweipunktkompressionssonographie der Beinvenen

Die Zweipunktkompressionssonographie ist in eine vereinfachte Variante der Kompressionssonographie der Beinvenen zum Thromboseausschluss in Kombination mit einem niedrigen D-Dimer. Üblicherweise werden häufig nur die stammnahen Venen bis zur Vena poplitea untersucht, obwohl die vollständige Kompressionssonographie der Beinvenen in der Hand des geübten Untersuchers eine zuverlässige und sichere Methode zur Diagnostik der Thrombose ist. Trotzdem ist die Methode der 2-Punktkompressionssonographie in Kombination mit der D-Dimer-Bestimmung eine sichere und der vollständigen Untersuchung nicht unterlegene Methode. (Bernardi, Camporese et al. 2008) Gerade um auch jungen Kollegen den Einstieg in die Sonographie der Beinvenen einfach zu gestalten haben wir dies als eigenständigen Untersuchungsgang geführt (Abbildung 6-9), in dem sie systematisch ausgebildet und supervidiert werden.

2-Punkt-Kompressionssonographie		
V. femoralis	frei	Thrombose
V. poplitea	frei	Thrombose

Abbildung 6-9 Eingabemaske Befund "2-Punkt-Kompressionssonographie"

6.5.5 Kompressionssonographie der Beinvenen – vollständig

Räumlich eng verbunden kann die 2-Punkt-Kompressionssonographie problemlos um weitere Befunde ergänzt werden, bzw. auf eine komplette Darstellung der Beinvenen (Abbildung 6-10: Darstellung der Beinvenen sowie der Untersuchungsstellen der 2-Punkt-Kompressionssonographie (nach: Aumüller, Aust et al. 2014)) bis in den Unterschenkel erweitert werden. Allerdings muss bedacht werden, dass die Durchführung einer vollständigen Untersuchung (Abbildung 6-11) bis zum Knöchel eine relevante Expertise voraussetzt. Großer Vorteil der Untersuchung ist die hohe Sensitivität und die fehlende Notwendigkeit einer Laborabnahme, so dass in der Hand des erfahrenen Untersuchers eine rasche Versorgung der Patienten möglich ist. (Michels and Jaspers 2014)

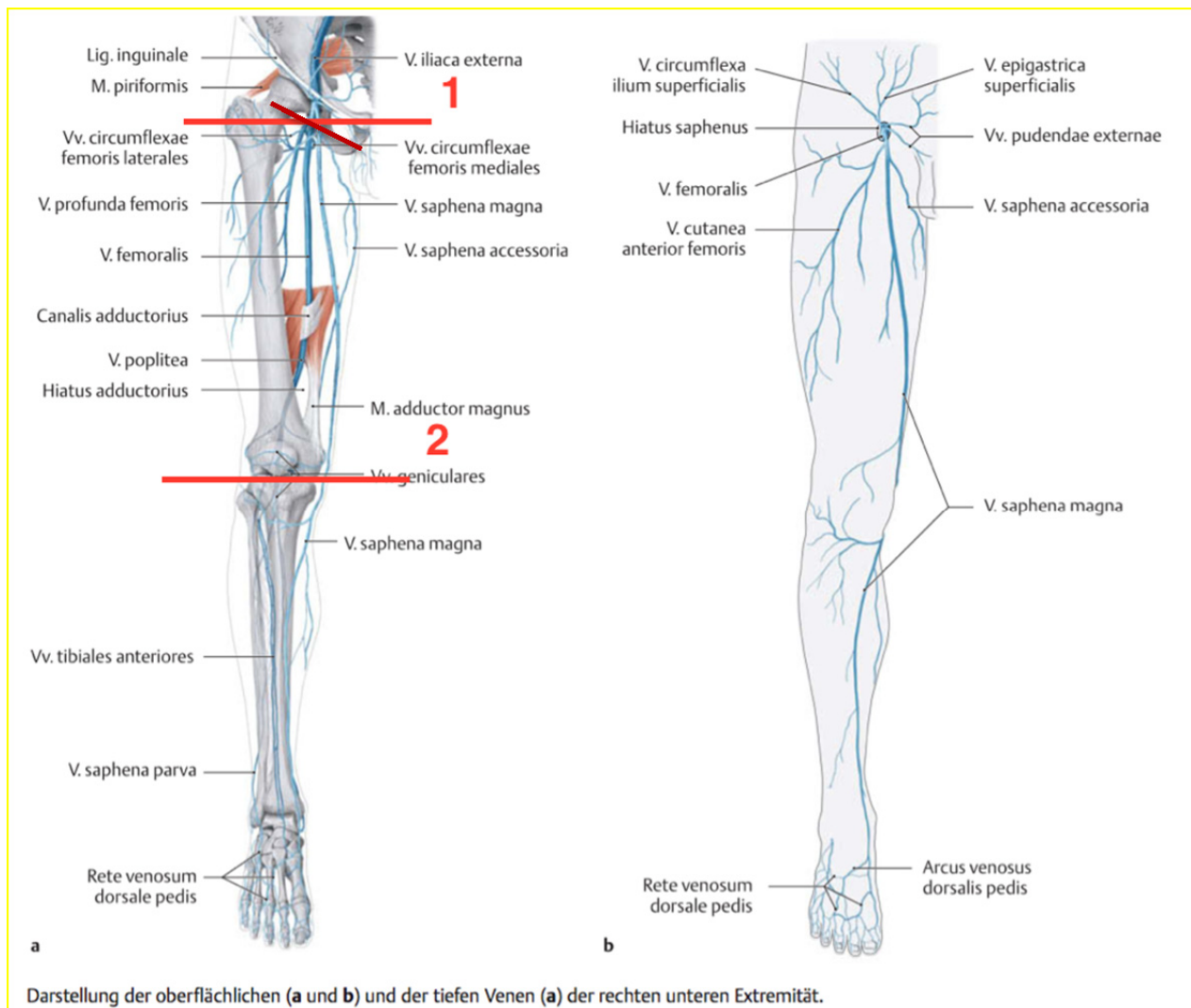


Abbildung 6-10: Darstellung der Beinvenen sowie der Untersuchungsstellen der 2-Punkt-Kompressionssonographie (nach: Aumüller, Aust et al. 2014)

2-Punkt-Kompressionssonographie

V. femoralis	frei	Thrombose
--------------	------	-----------

V. poplitea	frei	Thrombose
-------------	------	-----------

Duplexsonographie Beinvenen

V. saphena magna	Thrombose OS
frei	Thrombose US

V. saphena parva	Thrombose OS
frei	Thrombose US

V. tibialis anteri	frei	Thrombose
--------------------	------	-----------

V. tibialis poste	frei	Thrombose
-------------------	------	-----------

V. fibularis	frei	Thrombose
--------------	------	-----------

Abbildung 6-11 Eingabemaske Befund "Kompressionssonographie Beinvenen"

6.5.6 Lungen- und Pleurasonographie

Für die Lungen- und Pleurasonographie als relativ junges Fach in der gesamten Ultraschalldiagnostik gibt es bisher nur wenige Notfall-Schemata. Bekannt ist die Berücksichtigung der Methode im Rahmen der EFAST-Diagnostik und FEEL-Diagnostik. Vergleichbare Abläufe z.B. bei respiratorischer Insuffizienz bzw. Verschlechterung gibt es noch nicht, allenfalls das BLUE-Schema wäre hier noch zu nennen. (Lichtenstein 2009)

Für die Arbeit wurden relevante Untersuchungsabläufe festgelegt, die auf den Empfehlungen der DEGUM für Notfallmedizin und Thoraxsonographie beruhen. (Mathis 2010, Michels and Jaspers 2014)

Die Ziele der Untersuchung sind:

- Die Darstellung bzw. Beurteilung Pleuraerguss, insbesondere unter Berücksichtigung eines akut punktionswürdigen Erguss bei respiratorischer Insuffizienz
- Die Darstellung bzw. der Ausschluss eines Pneumothorax
- Nachweis von Atelektasen der Lunge
- Lungenödem/interstitielles Syndrom/Beurteilung pulmonaler Volumen–status
- Nachweis von pulmonalen Infiltraten
- Nachweis von Lungenembolien bei mindestens 2 rundlichen, ovalen oder dreieckförmigen Konsolidierungen ohne zentrale Durchblutung

Fokussierte Sonographie Lunge

Pleuragleiten	ja	nein
Pneumothorax	ja	nein
Erguß	ja	nein
punktionswürdig	ja	nein
B-Linien	ja	nein
Infiltrate	ja	nein
Kompressions- Atelektasen	ja	nein
>=2 Embolie-verdächtige Knoten subpleural	ja	
	nein	

Abbildung 6-12 Eingabemaske Befund "Lungensonographie"

Die Zusammenstellung geht deutlich weiter als die in der EFAST berücksichtigten Schnitte, zumal es einen kompletten Thoraxscan voraussetzt. Letztendlich orientieren wir uns an den thorax- bzw. lungensonographisch fassbaren Erkrankungen, die eine notfallmedizinisch relevante Komponente besitzen und in der Differentialdiagnose des Thoraxschmerzes und Dyspnoe bzw. respiratorischen Insuffizienz relevant sind.

Folgende Differentialdiagnosen konnten wir identifizieren (Azeemuddin and Graber 2015):

- Lungenarterienembolien bzw. andere Embolien wie Fett- oder Fruchtwasserembolien
- Pneumothorax
- Pneumonien bzw pulmonaler Infekt (z.B. Pleuritis)
- Kardiales wie nicht-kardiales Lungenödem

•
Die Empfehlungen zum Untersuchungsablauf und der Einteilung folgt den Empfehlungen des International Liaison Committee on Lung Ultrasound (Volpicelli, Elbarbary et al. 2012).

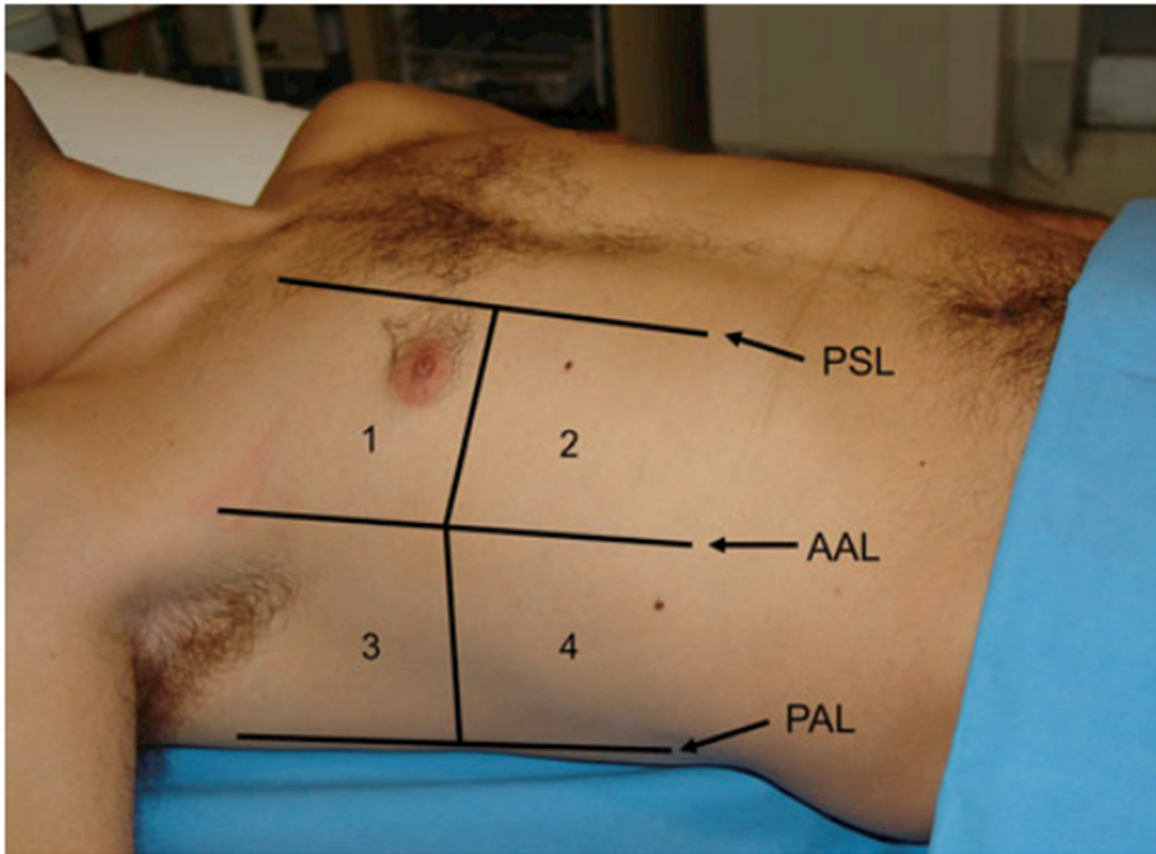


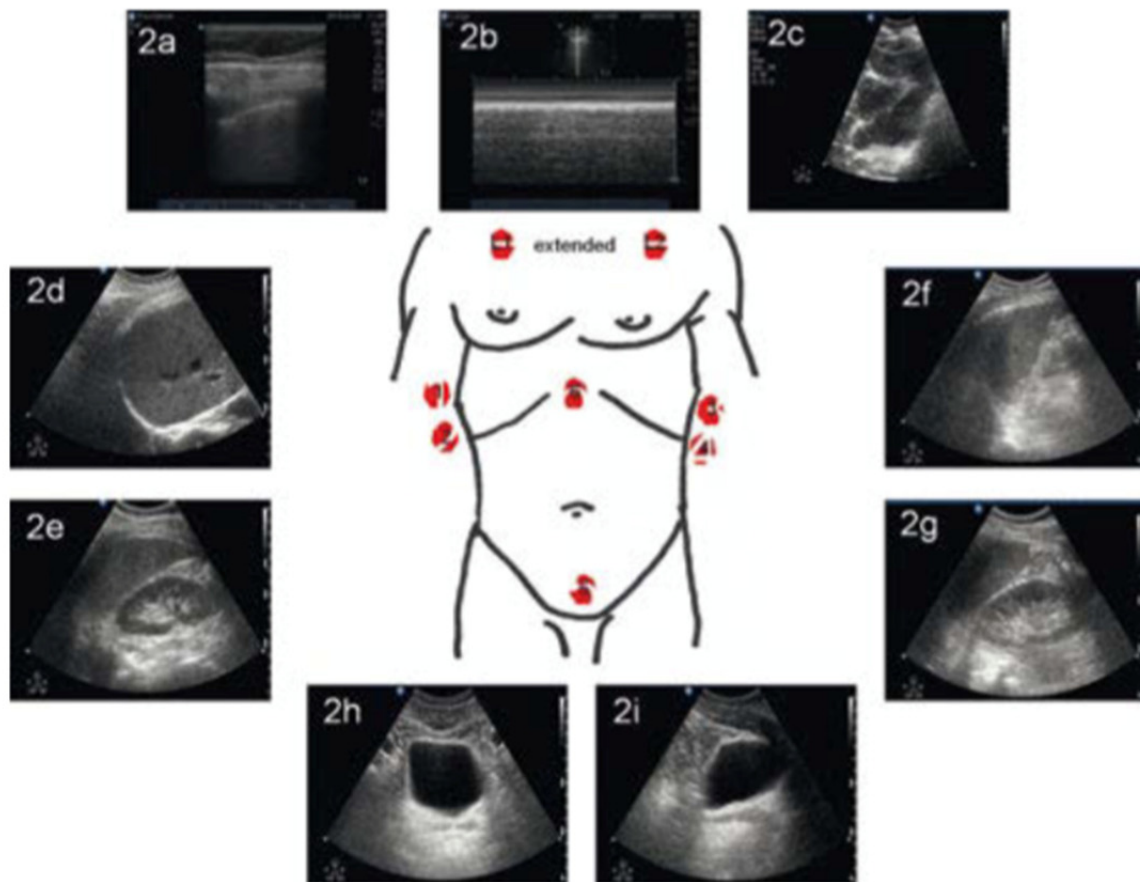
Fig. 2 The four chest areas per side considered for complete eight-zone lung ultrasound examination. These areas are used to evaluate for the presence of interstitial syndrome. Areas 1 and 2 denote the upper anterior and lower anterior chest areas, respectively. Areas 3 and 4 denote the upper lateral and basal lateral chest areas, respectively. *PSL* parasternal line, *AAL* anterior axillary line, *PAL* posterior axillary line (modified from Volpicelli et al. [19])

Abbildung 6-13 4-Quadranten Einteilungen zum Lungenscans (Volpicelli, Elbarbary et al. 2012)

6.5.7 (E) FAST

FAST - oder in der erweiterten Variante EFAST - ist ursprünglich für die traumatologische und Schockraumversorgung entwickelt worden, wird aber immer wieder zur Diagnose von freier Flüssigkeit genutzt. Die Abkürzung steht für „Focused Assessment with Sonography in Trauma“, das E in EFAST für „Extended“ („Erweitert“). FAST alleine sucht im Abdomen sowie am Herzen an den typischen Prädelektionsstellen nach freier Flüssigkeit und Traumafolgen. In der erweiterten Variante EFAST wird die Lunge zum Ausschluss eines relevanten Pneumothoraxes miterfasst (Abbildung 6-14). Die Untersuchung ist lange bewährt und gerade in ihrer Einfachheit und Standardisierung bezüglich der zugrundeliegenden Fragestellung sicher und reproduzierbar einsetzbar. (Bahner, Blaivas et al. 2008)

Der Untersuchungsablauf wird nach der in Deutschland gängigen und als bekannt vorauszusetzenden Nummerierung dokumentiert (Abbildung 6-14). Er folgt üblicherweise genau diesem Ablauf und damit nicht den rein numerischen Werten. (Michels and Jaspers 2014)



Standardanlotungen und Untersuchungsgang E-FAST.
 Begonnen wird mit je einer anterioren thorakalen Anlotung im Seitenvergleich (L1 und L2). Hierbei wird die Beurteilung im B-Bild vorgenommen (2a). Zum sicheren Nachweis des Lungengleitens und des Lungenpulses kann der Befund im M-Mode dargestellt werden (2b). Der M-Mode eignet sich auch zur Befunddokumentation. Dann wird zu den FAST-Anlotungen übergegangen, wobei zunächst die subxiphoidale Anlotung des Herzens durchgeführt wird (Position FAST 6, 2c). Anschließend werden die abdominellen Anlotungen (FAST 1–5, 2d–i) in ihrer numerischen Reihenfolge untersucht

Abbildung 6-14 Standardanlotungen (E)FAST

Im Unterschied zu den anderen Untersuchungen wird hier zur Befundung ein Button ergänzt, der insbesondere für nach extern entlassene Patienten eine allgemeinverständliche Zusammenfassung („Zusammenfassung: perihepatisch, perisplenisch, perivesikulär sowie

perikardial kein Nachweis von freier Flüssigkeit, pulmonal kein Pneumothorax, kein Erguss/Hämatothorax“) beinhaltet (Abbildung 6-15).

(E)FAST

E-FAST Li	unauffällig	Pneumothorax
		feie Flüssigkeit (V.a. Hämothorax)
E-FAST Re	unauffällig	Pneumothorax
		Freie Flüssigkeit (V.a. Hämatothorax)
FAST 6	unauffällig	Freie Flüssigkeit
FAST 1/2	unauffällig	Freie Flüssigkeit
FAST 5	unauffällig	Freie Flüssigkeit
FAST 3/4	unauffällig	Freie Flüssigkeit
FAST	unauffällig (für Hausarzt)	

Abbildung 6-15 Eingabemaske Befund "(E)FAST“

6.5.8 Abdomenultraschall

Die Abdomensonographie ist ähnlich lange in der Notfallmedizin wie die Echokardiographie etabliert und vermutlich das nach wie vor am häufigsten verwendete Ultraschallverfahren. Im Unterschied zur Echokardiographie gibt es keine Leitlinien oder Empfehlungen zur Notfallsonographie. Die bereits erwähnten FAST- und RUSH - Untersuchungen dienen einer bestimmten Fragestellung bzw. deren Ausschluss und lassen allenfalls nur beschränkte Aussagen insbesondere unter internistischer Berücksichtigung zu.

Wir haben uns daher ähnlich zur Lungensonographie ein eigenes Untersuchungsverfahren bzw. –konzept überlegt und umgesetzt. Vorlage war ein auf ähnlichem Hintergrund erarbeiteter Untersuchungsbogen aus der Notaufnahme des Brigham and Women's Hospital der Harvard Medical School, Boston, USA. (Abbildung 6-16)

Expliziter Wunsch der Abteilungsleitung war ein kurzer, einfacher und zügig zu erlernender Untersuchungsgang, der verzichtbare Untersuchungen weglässt. Letztendlich war die Dokumentationsplattform auch als lebendige Möglichkeit entwickelt worden um Veränderungen rasch im laufenden Betrieb und nach Bedarf einpflegen zu können. (siehe auch: 6.5.9 Evaluierung und Anpassung) Der Anfang sollte daher mit einem reduzierten Grundprogramm erfolgen, das erst bei Notwendigkeit ergänzt und erweitert wird.














Reviewer:	Date of review:	Email sent:	Entered in Database:		
Place sticker here Name MRN Date		Sonographer(s)		Supervising Attending	
Questions/ Comments: <input type="radio"/> Teaching scan		Reference values: Gallbladder wall < 3mm Myometrial mantle >8mm Optic nerve < 5mm Aorta <3cm Iliacs < 1.5cm			
E - F A S T	 Cardiac Effusion? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No RV dilatation? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No EF? <input type="radio"/> Normal <input type="radio"/> Mod./severely decreased <input type="radio"/> No cardiac activity	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
	 Abdomen RUQ free fluid? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No LUQ free fluid? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Pelvic free fluid? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
	 Lungs Lung sliding? R <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Lung sliding? L <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Pleural effusion? <input type="radio"/> Right <input type="radio"/> Left Multiple B-lines <input type="radio"/> Right <input type="radio"/> Left	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
OB-TA 	Gest. sac <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Yolk sac <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Fetal pole <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Free fluid <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No MM _____mm Fetal HR _____bpm	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
OB-TV 	Gest. sac <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Yolk sac <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Fetal pole <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Free fluid <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No MM _____mm Fetal HR _____bpm	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Aorta 	Aorta > 3cm <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Iliacs > 1.5cm <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Biliary 	Stones <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Pericholecystic fluid <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Sonographic Murphy's <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Wall _____mm CBD _____mm	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Renal 	Right Hydronephrosis <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Left Hydronephrosis <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Bladder Volume _____ml	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
DVT 	Femoral veins compressible Right <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Left <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Popliteal veins compressible Right <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Left <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Ocular 	R eye: Retinal detachment <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Lens dislocation <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Optic nerve _____mm L eye: Retinal detachment <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Lens dislocation <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Optic nerve _____mm	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Soft tissue 	Cobblestoning? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Abscess? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Foreign body? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Fracture? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Joint effusion? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Procedures	Thoracentesis Paracentesis I&D N.block Peripheral IV A.line	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Centr. line	Location? <input type="radio"/> Right <input type="radio"/> Left Compression? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No Doppler? <input type="radio"/> Artery <input type="radio"/> Vein Guidewire in vein? <input type="radio"/> Yes	TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Other:		TLS	Image QA 1 2 3 4 5	Int. QA A D ?	Ext. QA A D ?
Abnormal/Pathological findings:		Probe cleaned? <input type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No			

Abbildung 6-16 Befundvorlage Brigham and Women's Hospital

Analog zur Lungensonographie wurden die Fragestellungen und Diagnosen vorab anhand der verschiedenen Organsysteme definiert. Ein ausführlicher Untersuchungsbogen für den erfahrenen Untersucher liegt zudem im Dokumentationssystem vor und kann für die hier nicht abgebildeten Details verwendet werden.

6.5.8.1 Leber

In der in dieser Arbeit berücksichtigten Version des Befundes haben wir beziehend auf die Vorlage sowie angesichts der komplexen Leberdiagnostik auf eigene vorkonfigurierte Buttons für Textbausteine verzichtet. Alternativ sollten hier die üblicherweise gerade auch beim Schall der Gallenblase erhobenen Befunde manuell eingegeben werden. Die Leber als eigenständigen Untersuchungspunkt weg zu lassen ist auch in unserer Abteilung nicht unumstritten gewesen. Da ich mich relativ strikt an die Vorlage (Abbildung 6-16 Befundvorlage Brigham and Women's Hospital) halten sollte, haben wir uns dafür entschieden keine Leberbefunde vor zu formulieren. Befunde der Leber wie z.B. eine Leberstauung oder eine Neoplasie konnten aber problemlos im Textfeld dokumentiert werden. Aufgrund der Erfahrungen im Rahmen der Untersuchung wurde dieser Punkt allerdings in einer späteren Variante (nach Abschluss dieser Untersuchung) ergänzt.

6.5.8.2 Gallenblase und Gallenwege

Als häufiger Vorstellungsgrund und Differentialdiagnose wurde der Beurteilung der Gallenblase ein prominenter Platz in der Befundung eingeräumt. Fragestellungen waren naturgemäß die Cholestase bei Choledocholithiasis oder aufgrund anderer Abflussbehinderung (z.B. neoplastisch) sowie die akute Cholezystitis sowie Cholezystolithiasis. Eine Cholestase der Gallenblase kann naturgemäß nicht isoliert betrachtet werden, so dass hier eine Mitbefundung des Leberstatus sowie ggf. Pankreas einfließt. Entsprechend wurden die den Button hinterlegten Textbausteine neutral gehalten (Abbildung 6-17).

Gallenblase	normal	Wanddicke:	Wandschichtung/umgebende Flüssigkeit		
	Steine	DHC: nicht erweitert	DHC: erweitert	Murphyzeichen	

Abbildung 6-17 Befundbausteine Gallenblase

6.5.8.3 Pankreas

Die Hauptursache für Beschwerden im Bereich der Pankreas ist die akute Pankreatitis. Die sichere Diagnosestellung im Ultraschall ohne Kenntnis des Laborbefundes bleibt sicher dem erfahrenen Untersucher vorbehalten. Entscheidende Diagnostik ist die Beurteilung der Gallenwege/Cholestase, die bereits im Rahmen der Gallenblase abgearbeitet wurde, sowie die Diagnostik von Zysten bei der nekrotisierenden Pankreatitis. Daher haben wir uns auch hier im Sinne eines vereinfachten Untersuchungsvorganges dafür entschieden sie nicht als Einzelpunkt aufzunehmen.

6.5.8.4 Milz

Fragestellung bei der Milz sind Blutung, Hämatom oder Infarkt. Da es sich um relativ seltene Erkrankungen handelt bzw. sie bereits im Rahmen des FAST bei häufig traumatischer Genese abgedeckt wären, haben wir uns gegen eine explizite Aufnahme entschieden.

6.5.8.5 Magen und Darm

Da die Ileus-Diagnostik sowie die Frage nach entzündlichen Veränderungen (Appendizitis, Divertikulitis) eine klinische Herausforderung darstellen können, haben wir uns hier ebenfalls entschieden, diesen Komplex nicht explizit mit Vorlagen abzubilden. Eine Beurteilung sollte hier bei Bedarf selbst ergänzt werden. Auch dieser Teil wurde analog zur Leber aufgrund unserer Erfahrungen und der verbesserten Kompetenz der Mitarbeiter nach Abschluss der Untersuchung ergänzt.

6.5.8.6 Niere und ableitende Harnwege

Die Beurteilung der Nieren insbesondere auf Harnstau stellt eine extrem häufige Fragestellung in der Notaufnahme dar, ebenso die Frage nach Harnverhalt und Harnblasenstatus. Gerade auch bei liegendem Blasenkatheter oder Suprapubischer Harnableitung kann hier schnell und sicher eine korrekte Lage bzw. Funktion bestätigt werden. (Abbildung 6-18)

Niere	beidseits kein Harnstau	Harnstau rechts	Harnstau links		
Freie Flüssigkeit	nein	ja:	Aszites	Douglas	Unterbauch
			perihepatisch	perisplenisch	
Blase	gefüllt	leer	Katheter/PuFi		

Abbildung 6-18 Befundbausteine Niere, Harnblase, freie Flüssigkeit

6.5.8.7 Freie Flüssigkeit

Auch bei internistischen Erkrankungen ist die Frage nach freier Flüssigkeit im Bauchraum relevant. Zum einen demaskieren sich Infekte häufig durch geringe Mengen freier Flüssigkeit (z.B. Appendizitis). Zum anderen sind gerade auch zunehmender Aszites bei Lebererkrankungen ein häufiger Vorstellungsgrund. (Abbildung 6-18)

6.5.9 Evaluierung und Anpassung

Im Laufe der Entwicklung wurden Anpassungen insbesondere im Bereich der Fehlerbeseitigung vorgenommen. Teilweise waren Buttons mit falschen Textbausteinen hinterlegt worden.

Kritik und Ergänzungswünsche wurden evaluiert und im Anschluss mit den Kollegen besprochen. Umgesetzt wurden bereits initial folgende Änderungsvorschläge:

- ¶ Ergänzung der Beurteilung der Vena cava inferior auch im Abdomenbefund, initial war diese Auswahlmöglichkeit nur im Herz-Befundkomplex vorgesehen.

- ¶ Ergänzung einer Textvorlage für die Zusammenfassung der FAST-Untersuchung, damit Kollegen oder Hausärzte, die mit der Untersuchung nicht vertraut sind, eine verständliche Erklärung bekommen.

Wie oben angedeutet sind nach Abschluss der Auswertung in Zusammenhang mit dieser Erfassung gerade im Bereich der Abdomensonographie Ergänzungen im Bereich der Darm- und Leberdokumentation ergänzt worden.

7 Ergebnisse

7.1 Patientenkollektiv

Im ersten Halbjahr konnten über einen Zeitraum von insgesamt 181 Tagen 56 Untersuchungen identifiziert werden (Auswertung Baseline 6.4.1). Nach einer Einführungs- und Testphase von 2 Monaten im Juli und August mit insgesamt 48 Patienten wurde zum 30.08. die Testphase beendet und die Untersuchungsdokumentation frei gegeben. Im gesamten berücksichtigten Zeitraum des zweiten Halbjahrs vom 1.9.2015 bis zum 30.11.2015 konnten insgesamt 471 Patienten identifiziert werden.

Trotz anderweitiger Anweisung wurden nach wie vor regelmäßig Ultraschall-Befunde nebenher, nicht standardisiert im Arztbrief dokumentiert. Wie im ersten Untersuchungszeitraum bleibt hier eine genauere Auswertung aus, da es nach wie vor nicht sinnvoll möglich ist, diese Befunde automatisiert aus der Datenbank zu extrahieren. Letztendlich ist aber hier auch eine praktisch 100%ige Ausschlussquote nach den o.g. Kriterien zu erwarten.

Von den insgesamt 471 Patienten waren 237 Patienten männlichen (50,3%) und 234 Patienten weiblichen Geschlechts (50,7%). Das Durchschnittsalter bei den ausgewerteten 422 Patienten lag bei 61 Jahren. Auffällig, allerdings auch anhand der Vorergebnisse zu erwarten war eine Häufung bei beiden Geschlechtern im Alter 60-90 Jahre, dem üblichen Alter unserer Notaufnahmepatienten. Auffällig war das Maximum bei Männern in den 70ern, während die Frauen die Spitze bei 81-90 Jahren hatten. Insbesondere bei Frauen unter 30 zeigte sich eine dezente weitere Spitze, die sich erheblich stärker in unserer Voruntersuchung zeigte. (Tabelle 7-1 Alters- und Geschlechtsverteilung)

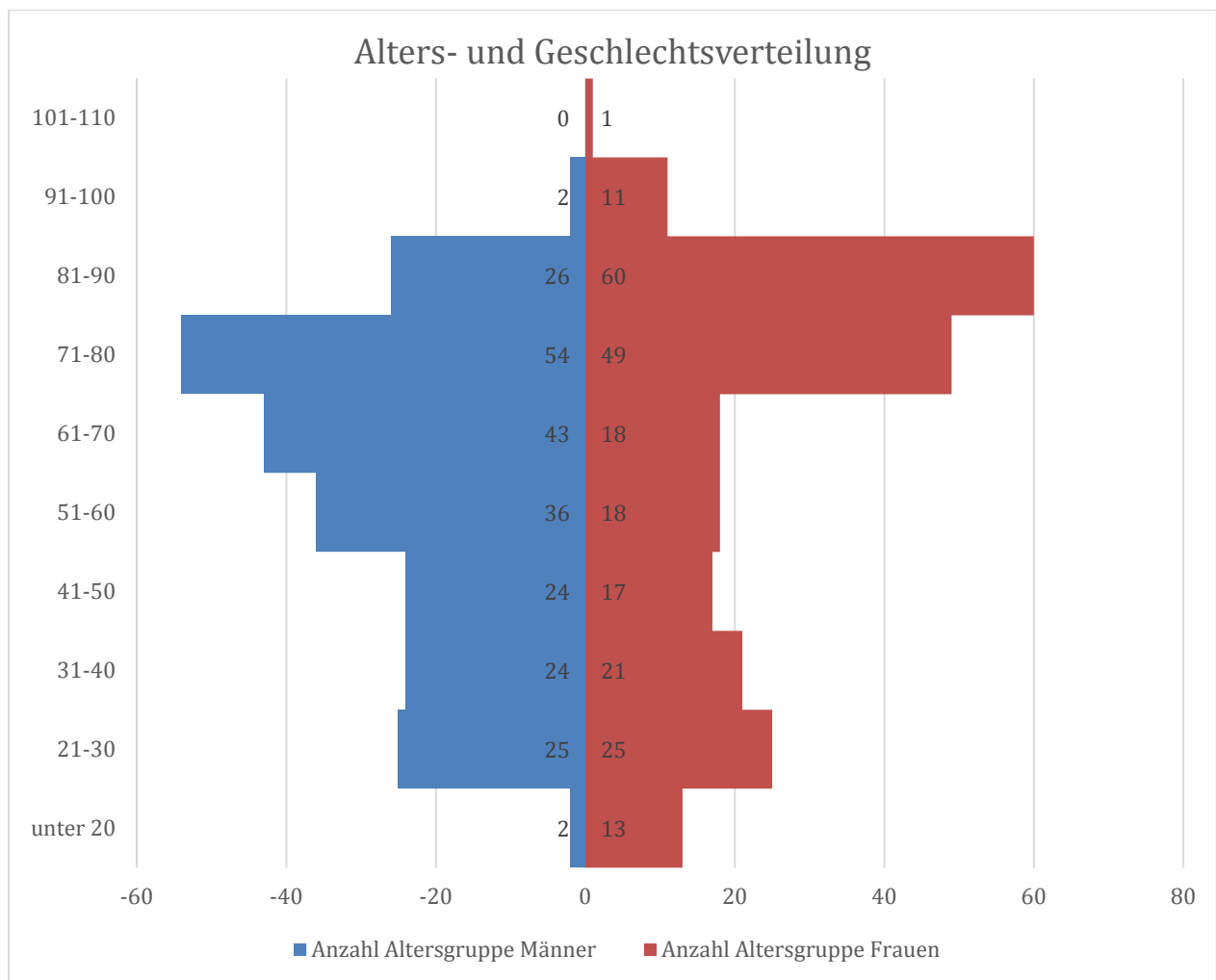


Tabelle 7-1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Die Patienten bzw. Untersuchungen wurden nach den in 6.3 beschriebenen Voraussetzungen evaluiert und entsprechend ein- oder ausgeschlossen. Außerdem haben wir uns wegen der fehlenden Vergleichbarkeit entschieden die Untersuchungen aus der Testphase aus zu schließen. Letztendlich blieben 455 Untersuchungen bei insgesamt 422 Patienten übrig.

Über den gesamten Zeitraum zeigte sich initial eine steile Zunahme sowie ein zunehmender Lernerfolg in Zusammenhang mit den Untersuchungen. Im Verlauf stabilisierte sich die Gesamtzahl der Untersuchungen pro Woche bei um die 35 (Mittelwert 35,9). Die Kopfzeilen mit Anzeige von Untersuchungsdatum sowie Gerät war nicht verpflichtend eingepflegt, wurde aber für eine vollständige Untersuchung gefordert. Dies war den dokumentierenden

Kollegen bei der Einweisung auch so erklärt worden. Wir konnten daher davon ausgehen, dass das Vorhandensein der vollständigen Kopfzeilen auch ein Maß für die Fehleranfälligkeit darstellen. Wir haben die Kopfzeilen in der Aufstellung nach Kalenderwoche daher getrennt ausgewiesen. Da es sich bei sonst korrektem Untersuchungsablauf allerdings um einen systematischen Fehler handelt, wurden Untersuchungen deswegen nicht ausgeschlossen (Tabelle 7-2 Gesamtanzahl Untersuchungen nach Kalenderwoche).

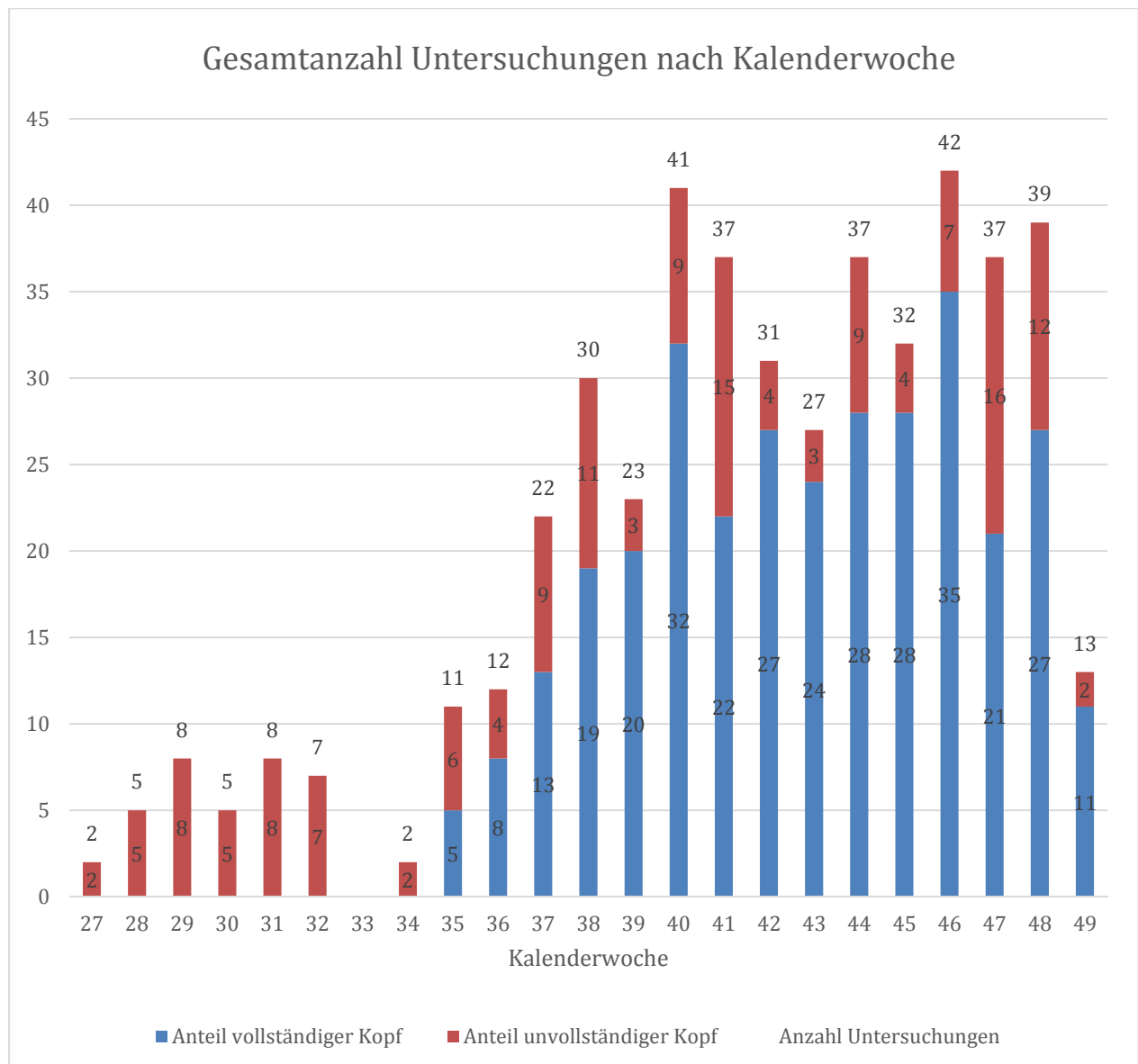


Tabelle 7-2 Gesamtanzahl Untersuchungen nach Kalenderwoche

Man darf naturgemäß nicht vergessen, dass die Einarbeitung der Mitarbeiter in neue Verfahren etwas dauert und Fehler produziert. Außerdem ist immer zu den Wechselzeiten

der Rotanden im Anschluss naturgemäß die Fehlerquote besonders hoch. Als Beispiel haben wir hier Kalenderwoche 41 und 47 identifizieren können, wo jeweils 2 bzw. 3 neue Kollegen angefangen habe.

Waren in der ersten Auswertung noch über 1/4 der gesamten Untersuchungen therapeutisch relevant, zeigte sich dies aktuell nur in 13% der Fälle. Allerdings entspricht dies aktuell – zumindest für die dokumentierten Fälle – einem klinisch relevanten Fall in 8 Untersuchungen („Number needed to screen“, Tabelle 7-3 Therapierelevanz). Auch hier wurde die mögliche Entlassung nach Hause nicht als „therapierelevant“ bewertet.

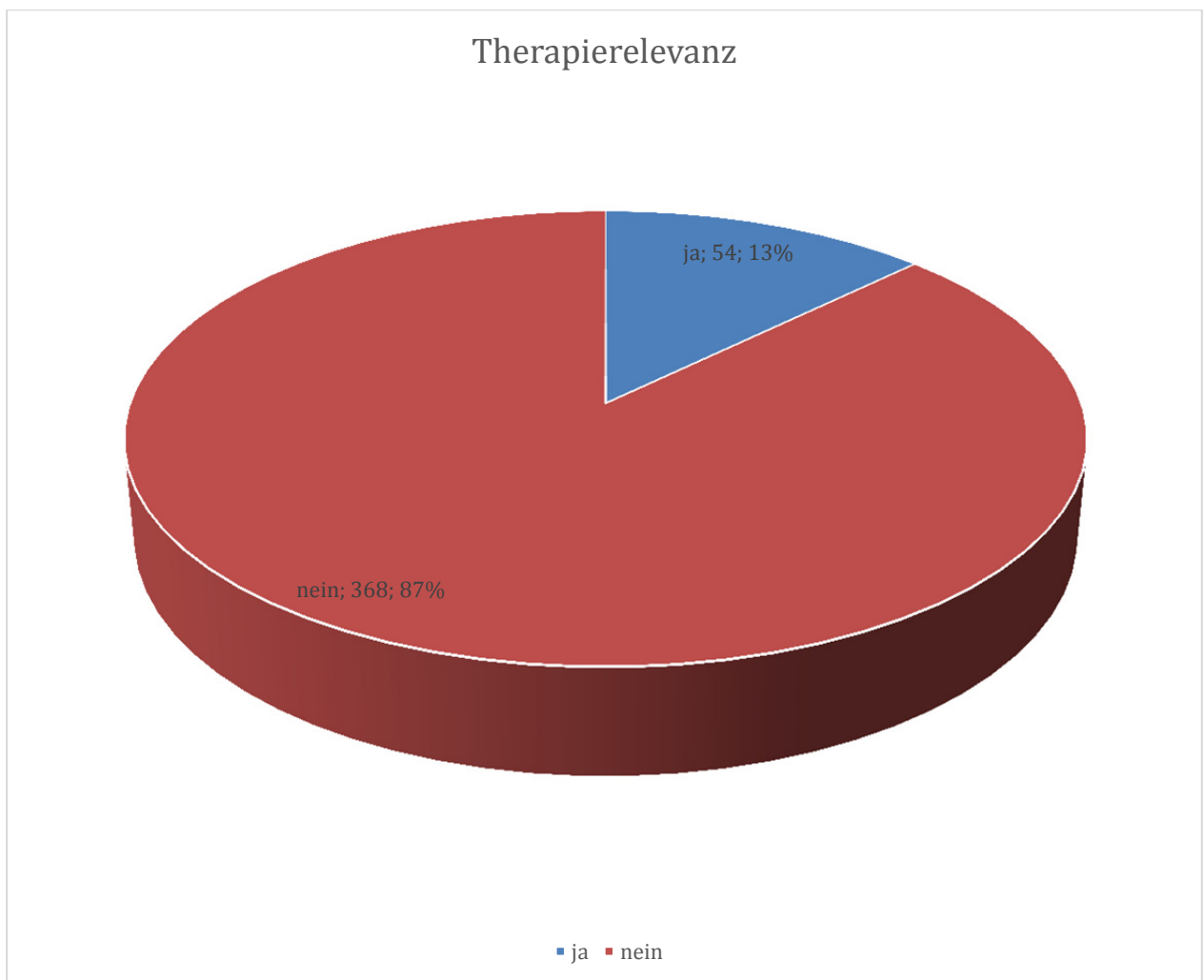


Tabelle 7-3 Therapierelevanz

Bei einem Anstieg von 56 auf 455 sonographischen Untersuchungen in den beiden Zeiträumen in unserer Zentralen Notaufnahme ist auch ohne statistische Auswertung klar, dass es sich um eine eindeutige Verbesserung handelt. Noch dazu, da der zweite Zeitraum exakt der Hälfte des ersten Zeitraumes entspricht und sich ein saisonal üblicher Rückgang der Patientenzahlen zeigt.

Auch im ChiQuadrat-Test schlägt sich dies nieder (Tabelle 7-4). Mit hoher Signifikanz konnten die verschiedenen Häufigkeiten voneinander unterschieden werden ($p < 0,001$)

CHI-Quadrat Test

			Patientenzahlen	Untersuchungszahlen
Zahlen	01.01.2015	-		
	30.06.2015		16358	56
Zahlen	01.09.2015	-		
	30.11.2015		7779	455
Gesamt			24137	511

empirisch

			Ultraschall	Kein Ultraschall	gesamt
Zahlen	01.01.2015	-			
	30.06.2015		56	16302	16358
Zahlen	01.09.2015	-			
	30.11.2015		522	7257	7779
gesamt			578	23559	24137

CHI²> 10,82756617 p Wert 0,001
 alfa 0,999
 Freiheitsgrade df 1

Unabhängigkeitszahlen

Sono	nicht Sono	Sono2	nicht Sono3
391,7191035	15966,2809	287,7248401	7,0590839
186,2808965	7592,719103	605,0395854	14,84413092
		892,7644256	21,90321482
		Chi-Quadrat =	914,6676404

Tabelle 7-4 Chi-Quadrat-Test zur Anzahl der Ultraschalluntersuchung

7.2 Entwicklung der Gesamtanzahl der Untersuchungen und Charakterisierung der Untersucher

Wie bereits im Vorbereitungszeitraum war auch im Rahmen der Auswertung der größte Anteil an den Untersuchungen der Abdomensonographie geschuldet. Häufig wurden hier Begleitbefunde ergänzt („kein Perikarderguß), ohne dass die Ergänzung eine Aufwertung zu einer kombinierten Untersuchung gerechtfertigt hätte. Naturgemäß entspricht der Anteil der relevanten Untersuchungen (11,9%) relativ genau dem im Gesamtkollektiv, bei 70,1% der Untersuchungen ist dies aber auch zu erwarten.

Die fokussierte Ultraschalluntersuchung Herz war mit 11,2% die zweithäufigste Untersuchung in unserem Feld, auch der Anteil an relevanten Untersuchungen entsprach den Erwartungen (14,0%). Weitestgehend gleichauf zeigten sich Lungen- und Pleurasonographie, Beinvenenkompressionssonographie (zumindest, wenn man 2 – Punkt – und Komplettschallsonographie zusammenfasst) sowie EFAST. Hier fallen 2 Dinge auf: Erstens ist EFAST immer komplett durchgeführt worden, ein klassisches FAST ohne Beurteilung auf Pneumothorax kommt in unserer ZNA effektiv nicht mehr vor. Zum anderen war fast ein Viertel aller Lunge- und Pleurasonos auffällig (24,0%), während EFAST und Beinvenenuntersuchungen bis auf Ausnahmen „Ausschlussdiagnostik“ war (Tabelle 7-5).

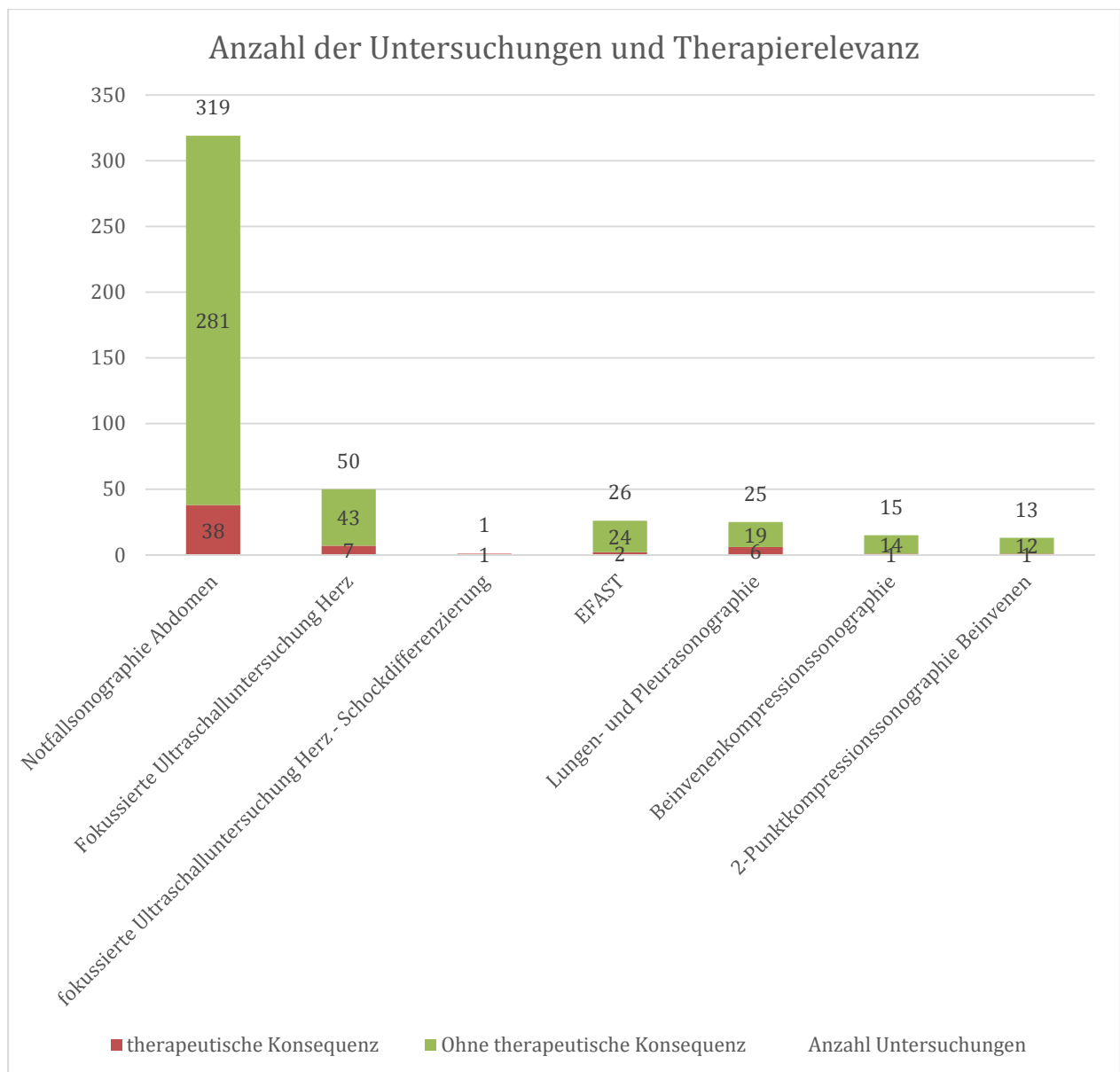


Tabelle 7-5 Anzahl der Untersuchungen und Therapierelevanz

Erfreulich zeigte sich die Entwicklung der Untersucheranzahl absolut mit im Untersuchungszeitraum 24 aktiven Untersuchern. Diese wurden anonymisiert erfasst und im Anschluss ausgewertet. Insgesamt 9 Untersucher konnten eine Mindestanzahl von 20 dokumentierten Untersuchungen vorweisen. Hier darf aber nicht vernachlässigt werden, dass zum einen ein neues Dokumentationssystem eingeführt wurde und frische Rotanden, die erst wenige Tage oder Wochen bei uns sind, naturgemäß eine niedrigere Anzahl an Untersuchungen aufweisen (Tabelle 7-6).

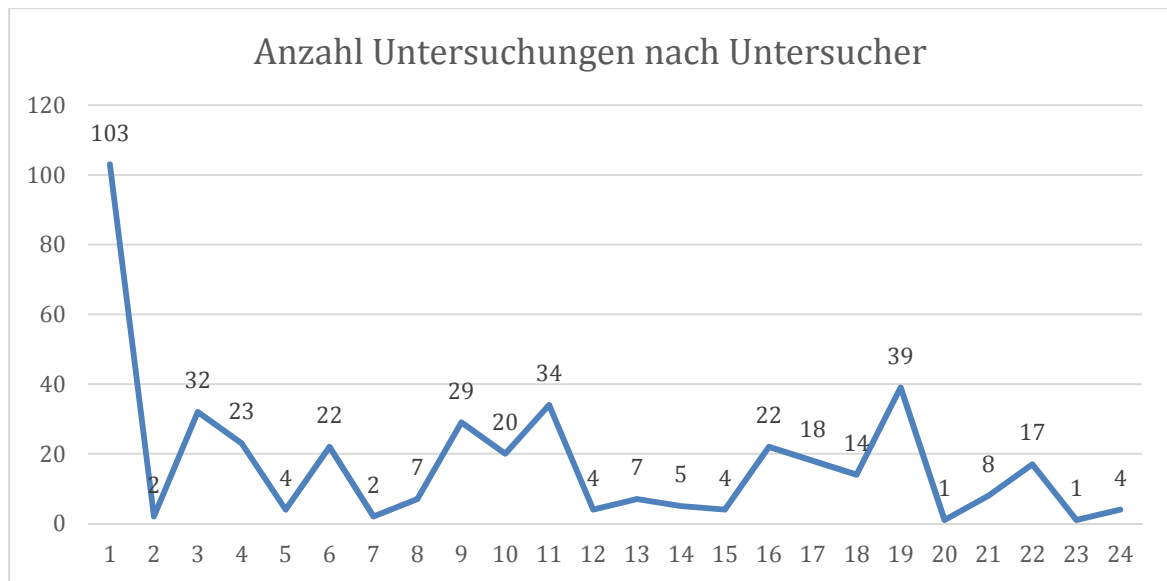


Tabelle 7-6 Anzahl Untersuchungen nach Untersucher

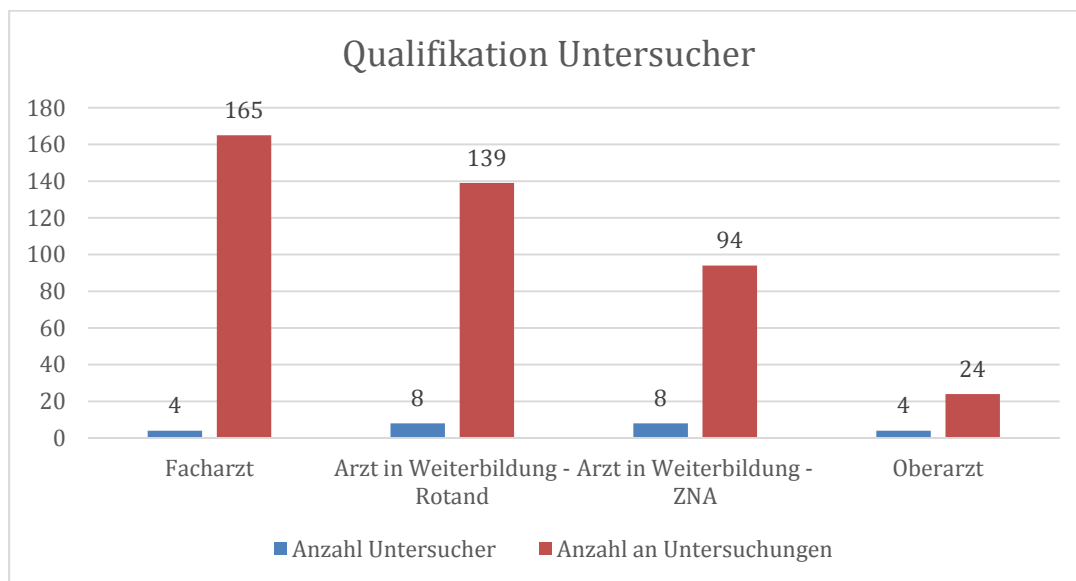


Tabelle 7-7 Qualifikation der Untersucher

Im Unterschied zum ersten Halbjahr zeigt sich eine deutliche Veränderung der Untersuchungszahlen aufgeschlüsselt nach Fachrichtung der Untersucher. Waren hier Anfang des Jahres noch fast zwei Drittel von Allgemeinchirurgen geschultert zeigt sich aktuell ein anderes Bild. Die bereits im Vergleichszeitraum ebenfalls stark vertretene Kardiologie zeigt sich aktuell für die meisten Untersuchungen verantwortlich, fast ein Viertel (24,4%), gefolgt mit 19,7% von den Kollegen der Anästhesie. Weitere relevante Fachrichtungen mit mehr als 50 Untersuchungszahlen stellen Innere Medizin sowie die Allgemeinmedizin. Auffällig und erfreulich ist ebenfalls die vergleichbar hohe Anzahl der Untersuchungen bei den Kollegen der Unfallchirurgie, von Haus aus eher nicht als Ultraschallaffin verschrien. Hier sind sicher die (E)FAST-Untersuchungen verantwortlich. Nachholbedarf gibt es sicher im Rahmen der Weiterbildungsassistenten der ZNA selbst, diese wurden für das Fachgebiet Notfallmedizin gewertet, sofern nicht eine Rotation bzw. klare Weiterbildungsrichtung kommuniziert worden war. (Tabelle 7-8)

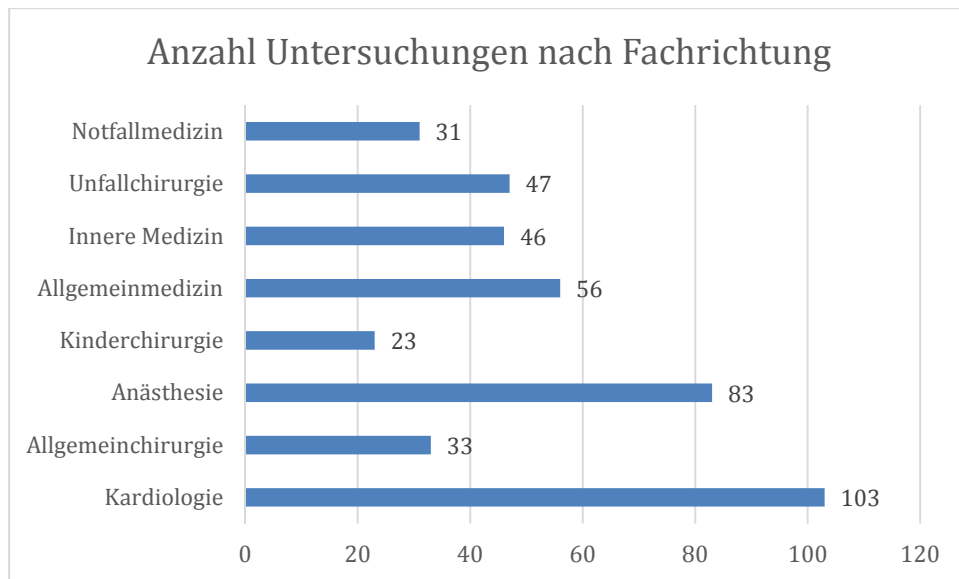


Tabelle 7-8 Anzahl Untersuchungen nach Fachrichtung

7.3 Abdomensonographie

Im Rahmen der Auswertung wurde auch die Struktur der Befunde sowie Verwendung bzw. Anpassung der Textbausteine und Vorgaben evaluiert. In der ausgegebenen Datei wurden Suchstrings angepasst so dass die Befunde automatisiert erfasst und aufgeteilt werden konnten. Es zeigte sich erfreulicherweise, dass bei den meisten Befunden allenfalls geringe Anpassungen im Text erforderlich waren. Insbesondere bei den besonders wichtigen und häufigen Untersuchungszielen Niere, Blase, freie Flüssigkeit und Gallenblase lassen sich eine hohe Quote an unveränderter Übernahme der Befunde verzeichnen.

Im Gegensatz dazu zeigte sich, dass die Vorlagen für Prostata/Uterus kaum verwendet wurden und auch in der Untersuchung insbesondere bei fehlender klinischer Relevanz weggelassen wurden. (Tabelle 7-9)

Sowohl Niere wie „freie Flüssigkeit“ wurden sogar formal häufiger beurteilt als die absolute Zahl der Abdomensonographien vermuten lassen würden. Allerdings ist einer der charmanten Vorteile des Dokumentationssystemes, dass jeder Befund auch in anderen Untersuchungen eingeklickt werden kann und bei einer Echokardiographie und mehr oder weniger zufälliger Mitbeurteilung der Gallenblase oder Nieren diese ebenfalls dokumentiert werden können.

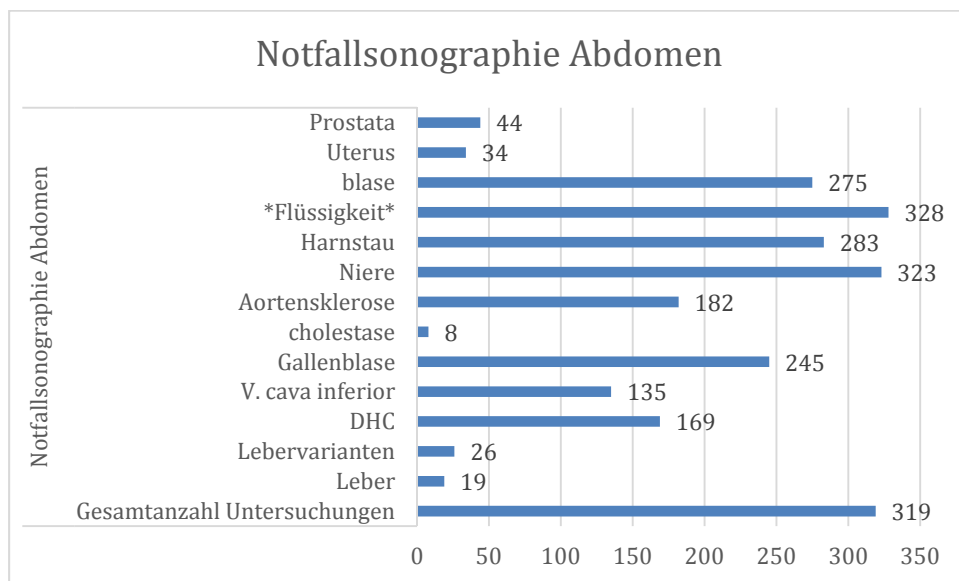


Tabelle 7-9 Auswertung Notfallsonographie Abdomen

7.4 Beinvenensonographie

Die Beinvenensonographie wurde zur Auswertung aus beiden Untersuchungsgängen (2-Punkt-Kompressionsonographie sowie komplette Beinvenenkompressionssonographie) kombiniert und zeigen fast exakt die zu erwartenden Werte bei 28 Untersuchungen (15 komplette Untersuchungen und 13 2-Punkt-Untersuchungen). Poplitea und femoralis wurden ebenfalls in anderen Untersuchungen beurteilt, ohne hier die Bedingungen für den Einschluss in die ausgewerteten Untersuchungen zu erfüllen. Dies waren zum Teil eigenständige Untersuchungen wie Beinarterienduplex. (Tabelle 7-10)

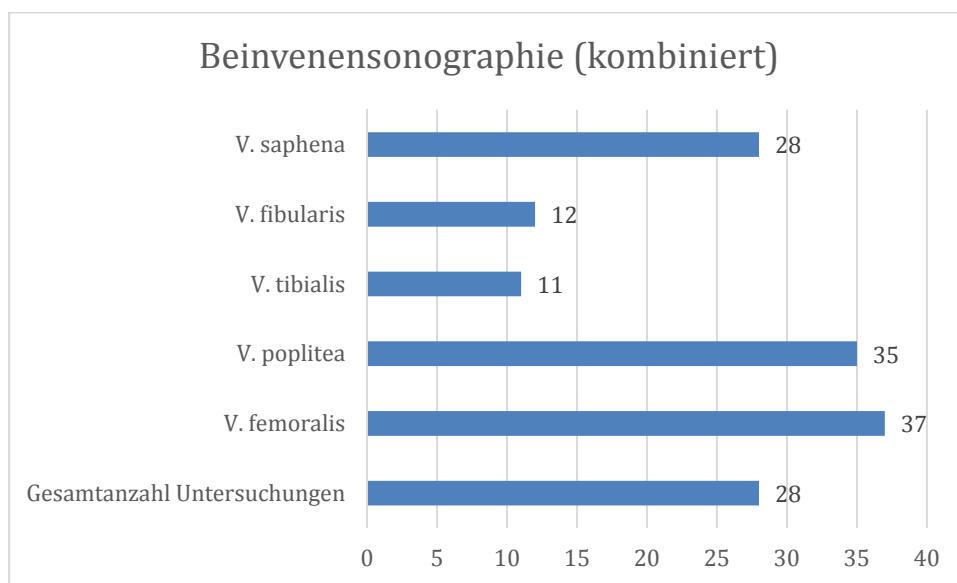


Tabelle 7-10 Beinvenensonographie (kombiniert)

In der Beinvenensonographie ist neben der Lungensonographie die automatisierte Befundung sicher am einfachsten umzusetzen gewesen. Dies spiegelt sich in der hohen Akzeptanz der Textbausteine und ihrer Verwendung im Rahmen der Befunde. Diese mussten nur ausnahmsweise angepasst werden. Hier ist sicher aber auch die relativ geringe Untersuchungsanzahl zu berücksichtigen.

7.5 Lungen- und Pleurasonographie

Wie schon bei der Beinvenensonographie angedeutet zeigt sich auch bei der Lungen- und Pleurasonographie eine sehr gute Berücksichtigung der Textbausteine im Rahmen der Befundung. Eine fast vollständige Abdeckung ist für die B-Linien sowie Erguss und Pneumothorax zu verzeichnen. Die erheblich schwieriger zu diagnostizierenden Infiltrate oder subpleuralen Knoten finden sich dementsprechend auch nur seltener aber immerhin noch in mehr als der Hälfte der Fälle (Infiltrate 56,0%). (Tabelle 7-11)

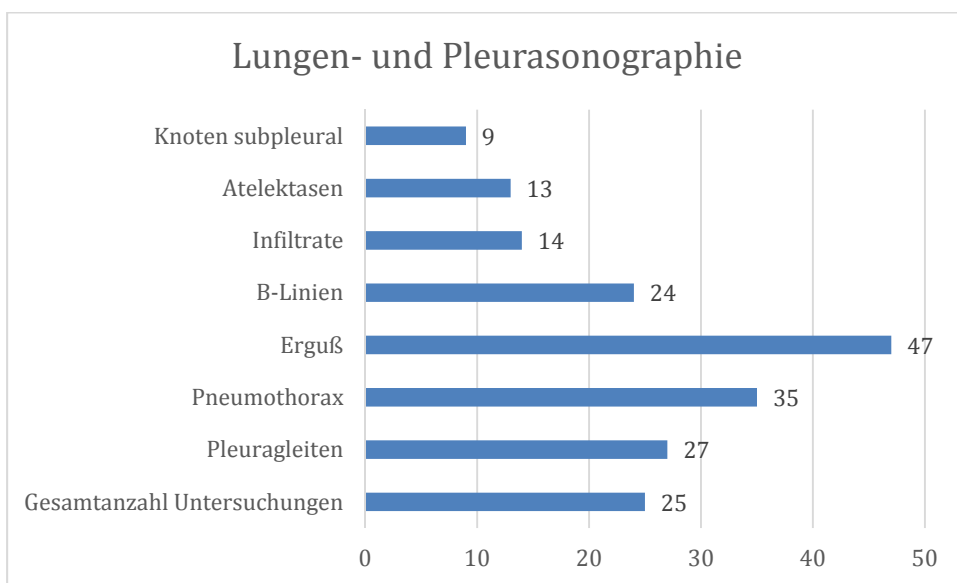


Tabelle 7-11 Lungen- und Pleurasonographie

7.6 Fokussierte Untersuchung Herz

Die beste Abdeckung der standardisierten Untersuchungsbefunde zeigten sich beim Herzultraschall. Allenfalls die nicht ganz einfach zu evaluierende RV-Funktion sowie die an sich simple Untersuchung der Vene cava inferior zeigten sich mit immer noch mit mehr als zwei Dritteln vertreten (66,0 respektive 68,0%). Hier dürfte sicher auch die in der Notfallmedizin weit verbreite FATE oder FEEL-Untersuchung beigetragen haben, dass die Kollegen sich hier sicher bewegen können. (Tabelle 7-12)

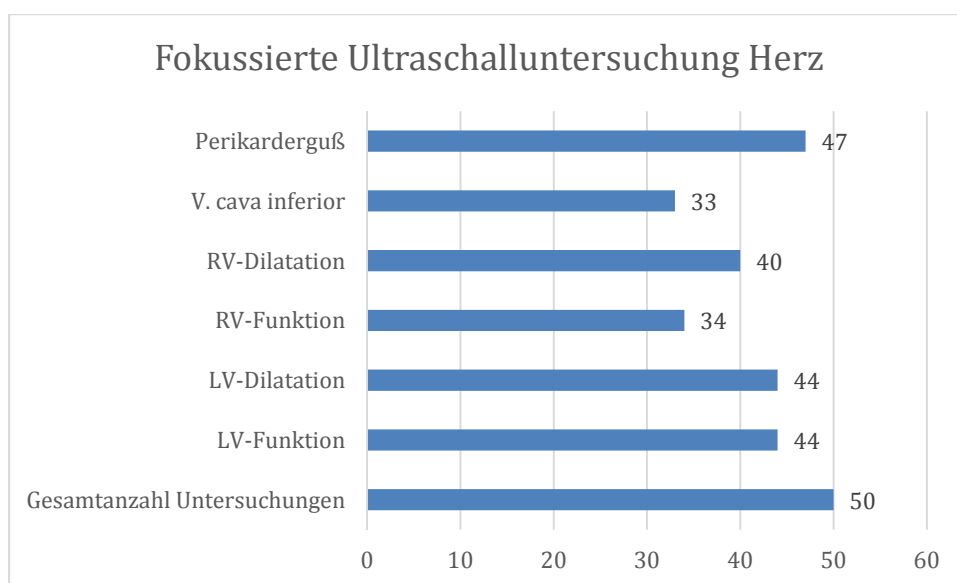


Tabelle 7-12 Fokussierte Ultraschalluntersuchung Herz

8 Diskussion

Eine vereinfachte und strukturierte Dokumentation führt zu einer deutlichen, quantitativen wie qualitativen Verbesserung der nachvollziehbaren Ultraschalluntersuchungen in der Notaufnahme. Eine Verachtzehnfachung der Untersuchungen spricht eine deutliche Sprache. Dies deckt sich mit der Erfahrung, die bei der Einführung vergleichbarer Systeme in einer Notaufnahme gemacht wurden. (Batley, Osman et al. 2011) So kann man die Hauptfragestellung der vorliegenden Untersuchung mit Sicherheit bejahen. Es konnte eine erhebliche Steigerung der Dokumentationsanzahl erreicht werden. Wichtig ist aber auch, dass die dokumentierten Merkmale besser nachvollziehbar beschrieben werden konnten. Die Abbildung der einzelnen vordefinierten Bestandteile der einzelnen Untersuchungsgänge konnte nicht nur gesteigert werden, sondern auch standardisiert bearbeitet werden. Letztendlich muss hier aber davon ausgegangen werden, dass diese Untersuchungen teilweise bereits vorher durchgeführt wurden, allerdings nicht in ausreichender Qualität und vor allem beschränkt auf die bereits angedeutete Technik des Sonoskopierens (Roelandt 2014). Auch bietet die aktuelle Form der Dokumentation nur eine eingeschränkte Auswertungsmöglichkeit, die bei einer Datenbankbasierten Lösung eigentlich keine Probleme darstellen sollte. Allerdings gilt es hier noch Systembedingt einiges nach zu bessern.

Unklar bleibt zum aktuellen Zeitpunkt naturgemäß, wie viele der Ultraschalluntersuchungen weiter nicht korrekt dokumentiert werden und damit hier automatisch durch das Raster fallen. Die Umstellung der Dokumentationsart ist bekanntermaßen mit Lernkurve und einer initial schlechteren Compliance vergesellschaftet. Häufig sind persönliche Vorlieben („Wo ist der truncus abgebildet?“, „Ich mache keinen Schall ohne Leber“) ein Problem bei der Akzeptanz. Wie bei allen Maßnahmen der Qualitätssicherung ist auch hier der primäre Aufwand der Dokumentation vermeintlich höher als die vorherigen Halbsätze in einem spontan geschriebenen Arztbrief. Die Einsicht, dass damit valide und reproduzierbare Untersuchungsbefunde geschaffen werden, die im Sinne des Patienten eine Dynamik erlebbar machen, kommt erst mit der Zeit. Aktuell sind 455 Ultraschalluntersuchungen auf 7779 Patienten zu verzeichnen, das würde 1 Ultraschalluntersuchung pro 17 Patienten

bedeuten. Da für die ZNA aktuell 3 (meist ausgelastete) Ultraschallgeräte zur Verfügung stehen und am Tag 100 bis 130 Patienten gesehen werden, müsste eigentlich ein einziges Gerät völlig ausreichen. Wahrscheinlicher dürfte aber sein, dass es noch viel Potential der Steigerung der korrekt dokumentierten Untersuchungszahlen gibt.

Diese Steigerung konnte in bescheidenem Maße bereits im Untersuchungszeitraum dokumentiert werden. Bereits nach 2 Wochen konnte eine Verdoppelung und nach 4 Wochen eine Verdreifachung der korrekt dokumentierten Untersuchungen erreicht werden. Wenn man das Vergessen der standardisierten Kopfzeilen – die ja über einen einzigen Click einzufügen waren – als systematischen Fehler wertet zeigt sich eine Vervierfachung der Untersuchungszahlen im Laufe des ersten Monats. Auf diesem Niveau stabilisierte sich die Dokumentation über den weiteren Verlauf mit langsam wachsenden Zahlen und zyklusabhängig unterschiedlicher Anzahl an auffälligen Untersuchungen ohne Kopf. Neben dem alltäglichen Stress mit Notfallsituationen, die zum Vergessen des Ausfüllens führt, ist sicher auch ein Teil der Einarbeitung neuer Kollegen zu schulden. Insgesamt kann die Erfolgsquote nicht ganz mit den üblichen Studien in diesem Bereich mithalten, allerdings haben die jeweils eine begrenzte Anzahl von Untersuchungen ausgewertet und dann eine Intervention gestartet, so dass hier natürlich einfacher bestimmte Ergebnisse zu erzielen sind als bei der Gesamtpopulation einer Notaufnahme. (Patil, Delman et al. 2014)

Auch die Verteilung der Häufigkeiten der einzelnen Untersucher sowie der Qualifikation entspricht weitestgehend der in der Literatur angegebenen. (Kwok, Johnson et al. 2013) Genauere Daten zur Fachrichtung ließen sich auch angesichts der unterschiedlichen Weiterbildungssysteme und Gesundheitssysteme nicht sicher zuordnen.

Ähnlich zu den anderen Untersuchungen konnten auch wir eine erhebliche Verbesserung der Quote der korrekt dokumentierten abdominellen Untersuchungen finden, auch wenn nicht jede Untersuchung 100% aller empfohlenen Details dokumentiert hatte. Aufgrund der klinischen Unterschiede der Patienten und des speziellen Notaufnahmesettings haben wir hier eine gewisse Variabilität zugelassen und es musste für eine vollständige Dokumentation nur erkennbar sein, dass es klinische Gründe gab, den Untersuchungsablauf anzupassen. Die

meisten anderen Untersuchungen waren auch nicht direkt in einer Notaufnahme sondern im kontrollierten, lichtfreien Setting des Ultraschalllabors oder der Radiologie erfolgt (Patil, Delman et al. 2014).

Die Abdomensonographie dürfte zum aktuellen Zeitpunkt trotz zahlreicher Studien und vermeintlich hoher Expertise die am unterschiedlichsten praktizierte Untersuchung sein. Die weiteren Untersuchungen zeigen dahingegen meist eine praktische Standardisierung und waren dementsprechend bei uns wie in anderen Arbeiten einer standardisierten Dokumentation sehr gut zugänglich. Paradebeispiel ist die EFAST – Untersuchung, die ebenso wie die 2-Punkt-Kompressionssonographie eine 100%ig korrekte Befundung erreichen konnte. Ähnlich erfolgreich zeigten sich auch Herzultraschalluntersuchungen, Beinvenenkompressions–sonographie und die vermutlich in der Notfallmedizin noch erheblich wichtiger werdende Lungen- und Pleurasonographie. Hier hat uns neben der einfachen Befundungsmöglichkeit die hohe Quote an therapeutisch relevanten Ergebnissen überrascht. In diesem Bereich lohnen sich sicher weitergehende Studien und die Erarbeitung weitergehender Konzepte für die Notfallmedizin.

Nicht zuletzt aufgrund der in der Studie gemachten Erfahrung ist eine weitergehende Anpassung der Befundungsseite geboten.

9 Schlussfolgerungen

Ein strukturiertes, einfaches Dokumentationssystem kann beim Point-of-care – Ultraschall eine Verbesserung der Qualität wie Quantität der dokumentierten Untersuchungen erreichen. Ein Patientendatenmanagementsystem – in unserem Falle COPRA – bietet sich hier als flexible Dokumentationsmöglichkeit an, aber auch spezialisierte Befundungsprogramme sind sofern bettseitig verfügbar prinzipiell möglich.

In der Notfallmedizin gibt es bereits für Trauma, Schock sowie Herz einige effektive und sicher zu beherrschende Untersuchungsabläufe, für die übrigen Untersuchungen fehlen hier noch einprägsame, dennoch vollständige Untersuchungsabläufe.

Ein vereinfachtes Dokumentationssystem mit seinen vordefinierten Abläufen ermöglicht und erleichtert auch Anfängern die Durchführung einer Untersuchung. Sie erhöht damit gerade in dieser Untersucher-Gruppe die Anzahl der Untersuchungen und damit konsekutiv die Expertise.

Die Ergänzung des konsiliarisch geprägten Untersuchungsmodus durch eine Point-of-Care Diagnostik kann eine erhebliche, quantitative Steigerung und damit eine raschere Versorgung der Patienten darstellen. Inwieweit der damit verbundene Qualitätsverlust von nicht fachspezifisch durchgeführten Untersuchungen klinisch relevant ist, muss weiter untersucht werden. Die aktuellen Ergebnisse für die Notfallmedizin sind hier aber ermutigend.

Ein Überblick über die in einer Notaufnahme anfallenden Ultraschalluntersuchungen bei unselektiertem Patientengut fehlt bisher völlig und sollte in weiteren Studien angegangen werden, um eine bessere Einschätzung des Bedarfs zu erreichen. Sowohl Abdomensonographie wie Lungenultraschall könnten möglicherweise von einer standardisierten Notfalluntersuchung zur Klärung der wichtigsten Fragestellungen profitieren und zu einer konsekutiv häufigeren Durchführung führen.

10 Literaturverzeichnis

- Aumüller, G., G. Aust, J. Engele, J. Kirsch, G. Maio, A. Mayerhofer, S. Mense, D. Reißig, J. Salvetter, W. Schmidt, F. Schmitz, E. Schulte, K. Spanel-Borowski, G. Wennemuth, W. Wolff, L. J. Wurzinger and H.-G. Zilch (2014). *Anatomie*. Stuttgart, New York, Georg Thieme Verlag.
- Azeemuddin, A. and M. Graber (2015). Evaluation of the adult with dyspnea in the emergency department. *UpToDate*. T. Post. UpToDate, Waltham, MA. **2015**.
- Bahner, D., M. Blaivas, H. L. Cohen, J. C. Fox, S. Hoffenberg, J. Kendall, J. Langer, J. P. McGahan, P. Sierzenski and V. S. Tayal (2008). "AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination." *J Ultrasound Med* **27**(2): 313-318.
- Batley, N. J., H. O. Osman, A. A. Kazzi and K. M. Musallam (2011). "Implementation of an Emergency Department Computer System: Design Features That Users Value." *The Journal of Emergency Medicine* **41**(6): 693-700.
- Bernardi, E., G. Camporese, H. R. Büller and et al. (2008). "Serial 2-point ultrasonography plus d-dimer vs whole-leg color-coded doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis: A randomized controlled trial." *JAMA* **300**(14): 1653-1659.
- Breitkreutz, R., S. Price, H. V. Steiger, F. H. Seeger, H. Ilper, H. Ackermann, M. Rudolph, S. Uddin, M. A. Weigand, E. Muller, F. Walcher and F. a. M. Emergency Ultrasound Working Group of the Johann Wolfgang Goethe-University Hospital (2010). "Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial." *Resuscitation* **81**(11): 1527-1533.
- Breitkreutz, R., F. Walcher and F. H. Seeger (2007). "Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm." *Crit Care Med* **35**(5 Suppl): S150-161.
- Cowie, B. (2009). "Focused Cardiovascular Ultrasound Performed by Anesthesiologists in the Perioperative Period: Feasible and Alters Patient Management." *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* **23**(4): 450-456.
- Dijkgraaf, S. (1949). "Spallanzani und die Fledermäuse." *Experientia* **5**(2): 90-92.
- Dussik, K. T. (1942). "Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten." *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie* **174**(1): 153-168.
- Frentzel-Beyme, B. (2005). "Vom Echolot zur Farbdopplersonographie." *Der Radiologe* **45**(4): 363-370.
- Frost, G. L. (2001). "Inventing Schemes and Strategies: The Making and Selling of the Fessenden Oscillator." *Technology and Culture* **42**(3): 462-488.
- Griffin, D. R. and R. Galambos (1941) "The sensory basis of obstacle avoidance by flying bats Journal of Experimental Zoology Volume 86, Issue 3." *Journal of Experimental Zoology* **86**, 481-506.
- Hagendorff, A., K. Tiemann, G. Simonis, M. Campo dell' Orto and S. von Bardeleben (2014). "Empfehlungen zur Notfallechokardiographie." *Der Kardiologe* **8**(1): 45-64.
- Jensen, M. B., E. Sloth, K. M. Larsen and M. B. Schmidt (2004). "Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care." *Eur J Anaesthesiol* **21**(9): 700-707.

- Kane, D., W. Grassi, R. Sturrock and P. V. Balint (2004). "A brief history of musculoskeletal ultrasound: 'From bats and ships to babies and hips'." Rheumatology (Oxford) **43**(7): 931-933.
- Kwok, T. n. C., S. Johnson and M. J. Reed (2013). "Impact of the introduction of emergency ultrasound to one large UK emergency department: the REBUS study." Emergency Medicine Journal **30**(2): 112-116.
- Lichtenstein, D. (2009). "Lung ultrasound in acute respiratory failure an introduction to the BLUE-protocol." Minerva Anestesiol **75**(5): 313-317.
- Manbachi, A. and R. S. C. Cobbold (2011). "Development and application of piezoelectric materials for ultrasound generation and detection." Ultrasound **19**(4): 187-196.
- Mathis, G. (2010). Bildatlas der Lungen- und Pleurasonographie. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Michels, G. and N. Jaspers (2012). Sonographie - organ- und leitsymptomorientiert. Springer E-book Collection. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 18.
- Michels, G. and N. Jaspers (2014). Notfallsonographie. Berlin [u.a.], Springer.
- Neskovic, A. N., A. Hagendorff, P. Lancellotti, F. Guarracino, A. Varga, B. Cosyns, F. A. Flachskampf, B. A. Popescu, L. Gargani, J. L. Zamorano, L. P. Badano and I. European Association of Cardiovascular (2013). "Emergency echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging recommendations." Eur Heart J Cardiovasc Imaging **14**(1): 1-11.
- Patil, V. V., B. N. Delman, E. J. Wilck and W. L. Simpson (2014). "Implementation and evaluation of a performance improvement intervention to address physician documentation deficiencies in abdominal ultrasound." Ultrasound Q **30**(2): 97-99.
- Perera, P., T. Mailhot, D. Riley and D. Mandavia (2010). "The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill." Emerg Med Clin North Am **28**(1): 29-56, vii.
- Roelandt, J. R. T. C. (2014). "The decline of our physical examination skills: is echocardiography to blame?" European Heart Journal - Cardiovascular Imaging **15**(3): 249-252.
- Schmidt, J. (2015). "Fokussierte Notfallechokardiographie." Notfall + Rettungsmedizin **18**(6): 465-470.
- Schweizer, P., H. Lambertz and R. Erbel (1983). "[The use of echocardiography in cardiac emergency medicine]." Verh Dtsch Ges Herz Kreislaufforsch **49**: 69-78.
- Sokolov, S. (1929). "On the problem of the propagation of ultrasonic oscillations in various bodies." Elek Nachr Tech **6**(454-460): 92.
- Sternbach, G. (1984). "Abdominal ultrasound in emergency medicine." J Emerg Med **1**(6): 547-548.
- Volpicelli, G., M. Elbarbary, M. Blaivas, D. A. Lichtenstein, G. Mathis, A. W. Kirkpatrick, L. Melniker, L. Gargani, V. E. Noble, G. Via, A. Dean, J. W. Tsung, G. Soldati, R. Copetti, B. Bouhemad, A. Reissig, E. Agricola, J. J. Rouby, C. Arbelot, A. Liteplo, A. Sargsyan, F. Silva, R. Hoppmann, R. Breitzkreutz, A. Seibel, L. Neri, E. Storti, T. Petrovic and U. International Liaison Committee on Lung Ultrasound for International Consensus Conference on Lung (2012). "International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound." Intensive Care Med **38**(4): 577-591.

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1: Lazzaro Spallanzani (* 12. Januar 1729 - † 12. Februar 1799): italienischer Priester, Philosoph und Universalwissenschaftler	7
Abbildung 4-2 Karl Dussiks Hyperphonogram mit Darstellung der Hirnventrikel	9
Abbildung 6-1 Anzeige der Vitalwerte im PDMS COPRA	13
Abbildung 6-2 Anzeige der ärztlichen Dokumentation	13
Abbildung 6-3 Komplettdarstellung der Befundungsseite	14
Abbildung 6-4 Eingabemaske Anlage Untersuchung und Kopfzeilen	25
Abbildung 6-5 Eingabemaske Befunde am Beispiel Abdomensonographie und Funktion Textbausteine	25
Abbildung 6-6 - Entscheidungswege zur fokussierten Sonographie des Herzens bzw. zur Notfallechokardiographie in Abhängigkeit von Symptomen des Patienten im Notfall.	28
Abbildung 6-7 Eingabemaske Befund "Fokussierte Sonographie Herz"	29
Abbildung 6-8 Eingabemaske Befund "Fokussierte Sonographie Herz - Schockdifferenzierung"	32
Abbildung 6-9 Eingabemaske Befund "2-Punkt-Kompressionssonographie"	33
Abbildung 6-10: Darstellung der Beinvenen sowie der Untersuchungsstellen der 2-Punkt- Kompressionssonographie (nach: Aumüller, Aust et al. 2014)	35
Abbildung 6-11 Eingabemaske Befund "Kompressionssonographie Beinvenen"	36
Abbildung 6-12 Eingabemaske Befund "Lungensonographie"	38
Abbildung 6-13 4-Quadranten Einteilungen zum Lungenultraschall (Volpicelli, Elbarbary et al. 2012)	39
Abbildung 6-14 Standardanlotungen (E)FAST	41
Abbildung 6-15 Eingabemaske Befund "(E)FAST"	42
Abbildung 6-16 Befundvorlage Brigham and Women's Hospital	44
Abbildung 6-17 Befundbausteine Gallenblase	46
Abbildung 6-18 Befundbausteine Niere, Harnblase, freie Flüssigkeit	47

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 6-1 Altersverteilung und Geschlecht, n=56, weiblich: 30 Patientinnen, männlich: 26 Patienten.....	20
Tabelle 6-2 Verteilung der Untersuchungen auf die beteiligten Fachabteilungen	21
Tabelle 6-3 Verteilung des Weiterbildungsstatus.....	22
Tabelle 6-4 Verteilung der Untersuchung und therapeutische Relevanz.....	23
Tabelle 7-1 Alters- und Geschlechtsverteilung.....	50
Tabelle 7-2 Gesamtanzahl Untersuchungen nach Kalenderwoche	51
Tabelle 7-3 Therapierelevanz	52
Tabelle 7-4 Chi-Quadrat-Test zur Anzahl der Ultraschalluntersuchung.....	54
Tabelle 7-5 Anzahl der Untersuchungen und Therapierelevanz	56
Tabelle 7-6 Anzahl Untersuchungen nach Untersucher	57
Tabelle 7-7 Qualifikation der Untersucher.....	58
Tabelle 7-8 Anzahl Untersuchungen nach Fachrichtung.....	59
Tabelle 7-9 Auswertung Notfallsonographie Abdomen	61
Tabelle 7-10 Beinvenensonographie (kombiniert).....	62
Tabelle 7-11 Lungen- und Pleurasonographie.....	63
Tabelle 7-12 Fokussierte Ultraschalluntersuchung Herz.....	64

13 Anhang

Danksagung:

Meiner Frau, Worte können die Dankbarkeit für deine Unterstützung nicht ausdrücken.

PD Dr. med. Tudor Pörner für dir Möglichkeit diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen.

Tobias Rummel für die Umsetzung der Idee in das PDMS sowie die unfassbar schnellen Anpassungen und die Zuverfügungstellungen der ausgewerteten Daten.

Dr. Stefanie Scheuermann für ihre Unterstützung und Hilfe darin, diese Arbeit lesbar zu gestalten.

PD. Dr. Christian Hohenstein für Hilfsmaterialien sowie die klare Arbeitsanweisung.

Prof. Dr.Dr. Klaus Kroegel für seine wertvolle Überprüfung der Lungensonographie

Meiner Familie für die unendliche Geduld und Unterstützung.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich- Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: PD Dr. T. Pörner, PD Dr. C. Hohenstein, T. Rummel , Dr. Stefanie Scheuermann.

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Jena, 26.11.2017